NASIL ÇALIŞIR

BİLİM, TEKNOLOJİ VE İCATLAR ANSİKLOPEDİSİ

GELİŞİM YAYINLARI 5

KİLİT
ORG

ARAÇLAR, GEREÇLER, AYGITLAR, TEKNOLOJİK YÖNTEMLER ve SİSTEMLER

NASIL ÇALIŞIR

GELİŞİM A'DAN Z'YE BİLİM, TEKNOLOJİ VE İCATLAR ANSİKLOPEDİSİ

GELİŞİM YAYINLARI

Copyright: Marshall Cavendish Limited Londra
ve Gelişim Basım Yayım A.Ş.
Şafak sk. 2 Nişantaşı/İstanbul (1980)
Tel: 48 61 82 / 48 61 83

Dizgi: Ağaoğlu Yayınevi Tesisleri

Baskı: Apa Ofset

ARAÇLAR, GEREÇLER, AYGITLAR, TEKNOLOJİK YÖNTEMLER ve SİSTEMLER

NASIL ÇALIŞIR

GELİŞİM A'DAN Z'YE BİLİM, TEKNOLOJİ VE İCATLAR ANSİKLOPEDİSİ

5

GELİŞİM YAYINLARI

Gelişim Basım ve Yayım A.Ş.adına
Sahibi ve Genel yönetmeni:
ERCAN ARIKLI

Genel yönetmen yayın
yardımcısı :
TANJU GÖKÇÖL

Sorumlu Yönetmen:
AYDAN LOSTAR

Teknik Danışman:
VEDAT ÖZTÜRK

Yayın Kurulu:
FARİS AKARSU, NEJAT DALAY,
EMRE DÖLEN, FATİH ERDOĞAN,
ENVER GÜNSEL, GÜROL IRZIK,
BEKİ KAN, GÜHER SAVAT, ALP
SEVİNDİK, ERDEN SOYTÜRK,

Sayfa Düzeni:
NAZLI TÜRKSOY

Düzelti:
SITKI BADEM

Sekreter:
SULTAN GÜRSOY

KİLİT

Bilinen en eski kilitler, dört bin yıl önce kullanılmış olan tahta Mısır kilitleridir. Bu kilit örneklerine, hem piramitlerde, hem de o tarihlerden kalma alçak kabartmalarda raslanmıştır. Söz konusu kilitler, içi boşaltılmış dili bulunan pimli bir türdü. Anahtarı, eğri ucunda pimler bulunan, yassı bir tahta çubuktan oluşurdu. Anahtar kilide sokularak yukarı doğru kaldırıldığında, pimler, lokmadan dilin içine sarkan pimleri yukarı doğru kaldırıp, dilin geri çekilmesini sağlardı. Bu kilitler yaklaşık 60 cm büyüklükte yapılıyordu.

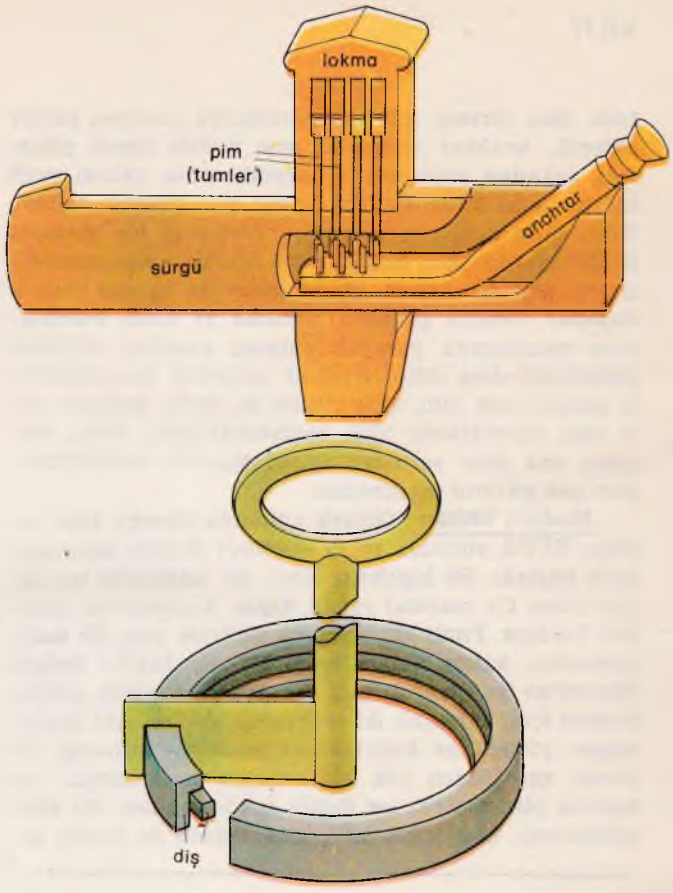
Mısır kilidinin bir türü, İskandinavya ve İngiltere gibi bazı ülkelerde, XX. yüzyılın sonlarına kadar kullanıldı. Ama bunlarda anahtar, dilin içinden değil de, lokma üstündeki bir delikten pimlere ulaşır ve dil, anahtardan ayrı çekilirdi.

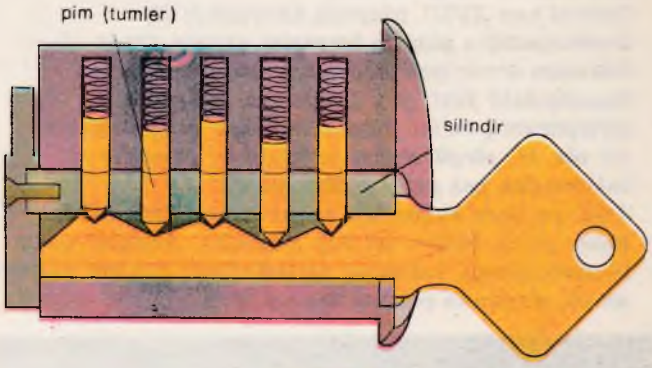
Eskiden çok kullanılan bir başka kilit türü de, Çin'de ve dünyanın başka bölgelerinde raslanan, çengel-yay ilkesine göre çalışan asma kilitti. Bu kilidin dilinde, içine bir yaprak yayın girip sıkıştığı çentik (bazen bir çıkıntı) vardı. Düz bir metal lama biçimindeki anahtar, dilin içine sokulur, yaya bastırarak, çengelleri girintiden kurtarır, böylece dil geri çekilirdi.

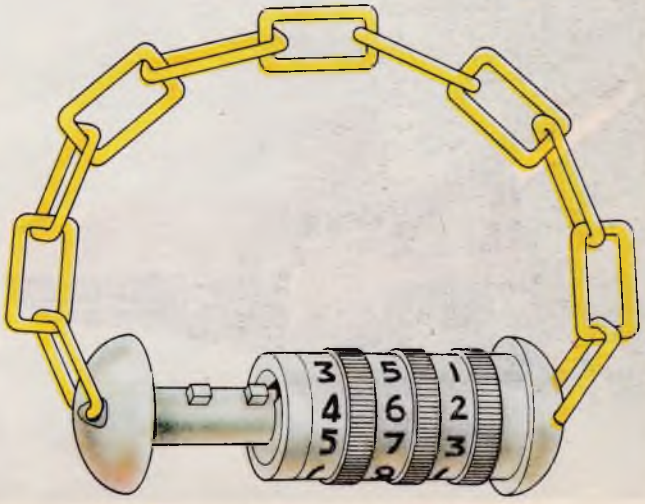
Başka bir yalın kilit türü de, vida hareketli asma kilittir. Bunun anahtarı yalın bir cıvatadır. Anahtar döndürülürken, göbek geri çekilerek kelepçeyi serbest bırakır. Bütün Avrupa'da kullanılmış olan bu kilit, İran'da hâlâ yapılmaktadır.

Ne var ki, herhangi bir anahtarla açılabildiklerinden, eski kilitlerin hiç biri güvenli değildi. Özel biçimli anahtar gerektiren ilk madeni kilitler, Romalılar tarafından yapıldı. XIII. yüzyılda Avrupa'da yaygın olarak kullanılan bu dişli kilitler, kilit içindeki çıkıntılar nedeniyle, yalnızca kendi anahtarıyla açılabilirdi. Her anahtar diline, belirli bir kilidin dişlerine geçecek ayrı bir biçim verilirdi. Bazen anahtarlar, hareketsiz bir çıkıntıya uyacak boru biçiminde de yapılırdı. Bu durumda kilit, yalnızca bir yandan kullanılabilirdi. Ucu çıkıntılı, içi dolu anahtarlarsa, kilide iki yandan da girebilirdi. Romalılar, yüzük olarak takılabilecek kadar küçük anahtarlar yapmışlardır.

Söz konusu dönemde, kilit yapımı ustalık isteyen bir iş haline geldi ve bir dizi olağanüstü diş çeşidi üre-



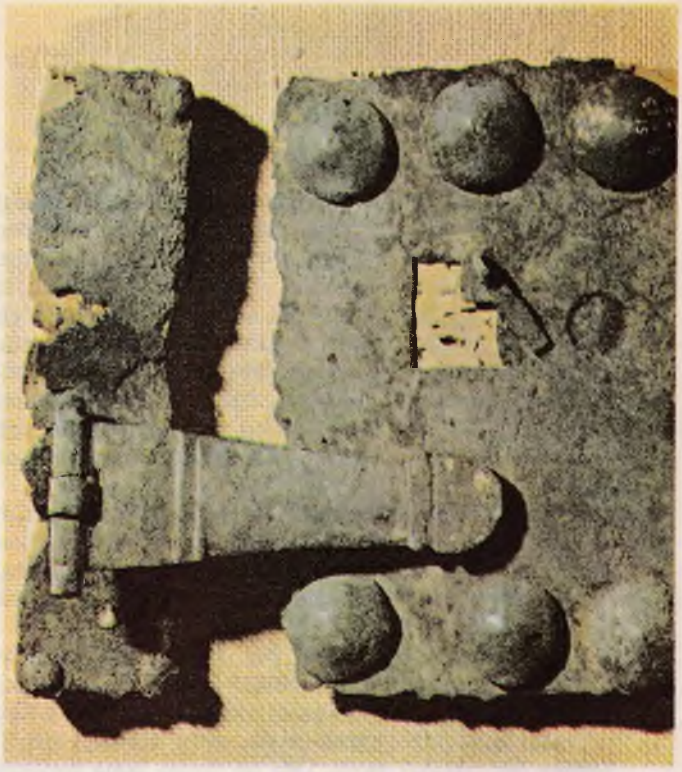


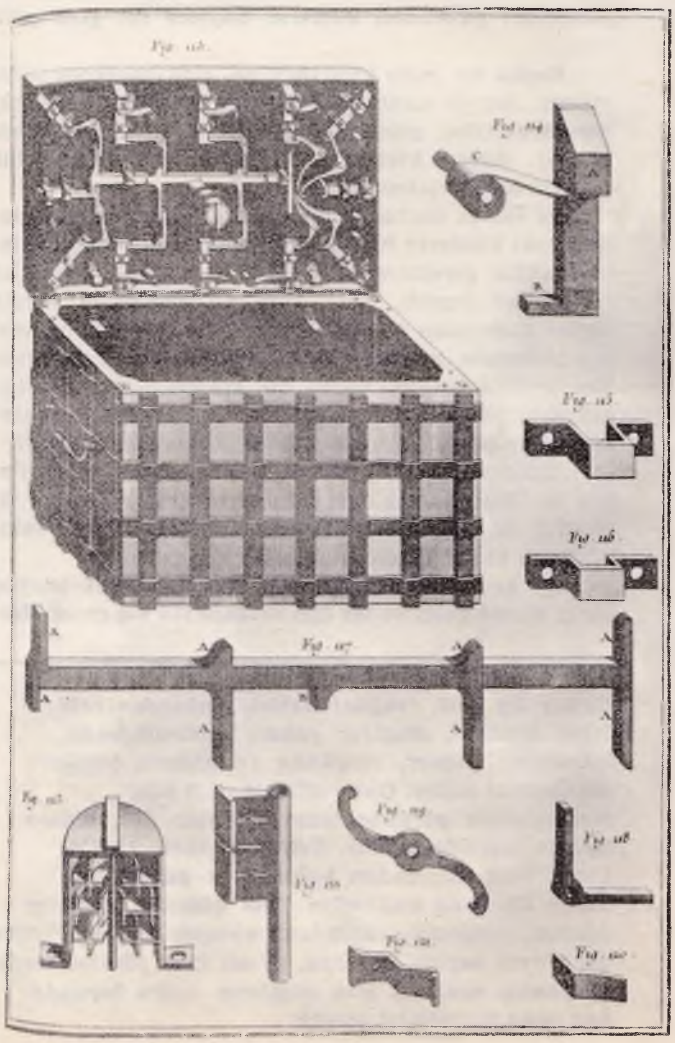


Birkaç tip kilit. (sağda) Üstteki, tahtadan, eski Mısır kilididir. Anahtar yukarı kaldırıldığında, lokmadaki pimler, sürgünün (anahtarla birlikte) çekilmesini sağlar. Onun altında, dişli kilit mekanizması görülmektedir. Anahtar dili, dişlere uyacak biçimde yapılır. Üstten üçüncü, 1848'de Linus Yale tarafından bulunan ve günümüzde bütün dünyada kullanılan Yale kilididir. Anahtar ağzının, pimlerin uzunluğuna uyması gerekir. Pimler, diş görevi yapar. En altta, şifreli kilit görülmektedir. Sürgünün açılması için, sayıların doğru biçimde yan yana getirilmesi gerekir.

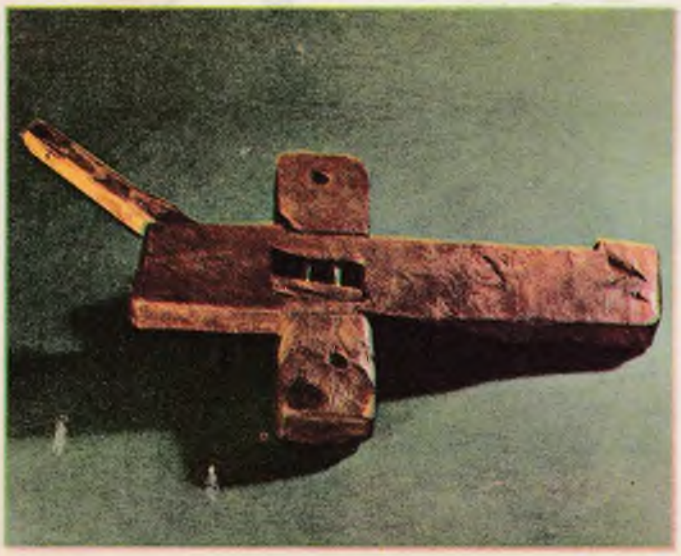
tildi. Bazı türlere, dili kapalı tutmaya yarayan yaylar eklendi. Anahtar dişlerinin yayı dilden iterek çıkardığı, arkadan yaylı kilitler yapıldı. Ama, arkası yaylı kilitler, eski Mısır kilitleri kadar bile güvenli değildi. Kilit, dilin ucuna uygulanan herhangi bir baskıyla açılabiliyordu. Bazı dişli kilitleri açabilen *maymuncuklar* da üretildi. Ayrıca, bir ek güvenlik önlemi olarak, anahtar deliğini gizleyen levhalar ve kilidi kurcalayanı yanıltmaya yarayan yalancı anahtar delikleri geliştirildi. Ana dilin harekete geçirdiği manivelalarla çalışan, çok dilli, dişli kilitler de vardı. Bunlara bazı eski sandıklarda hâlâ raslanmaktadır. Ama, yalnızca ana dilin yerinden oynatılmasıyla açıldıklarından, pek güvenli sayılmazlar.

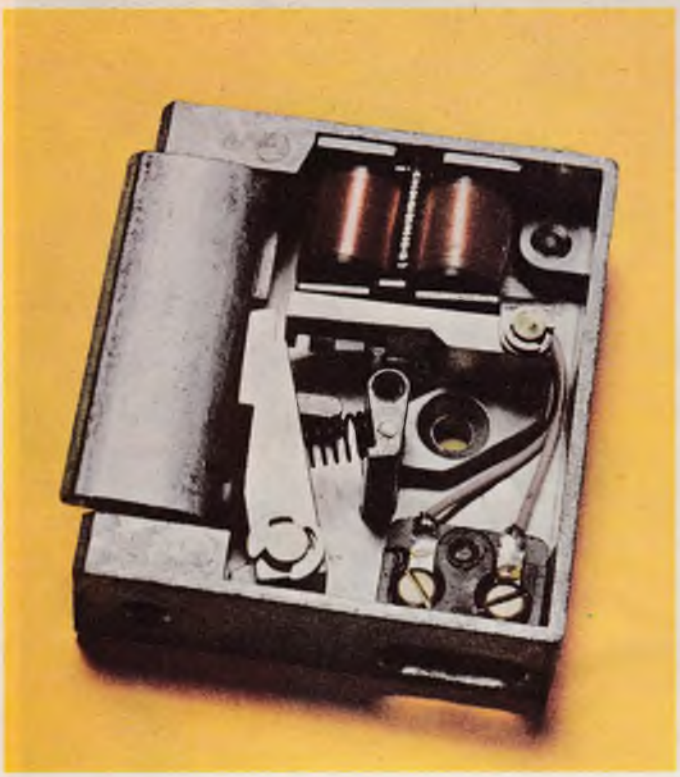
Modern kilitler: Gerçek anlamda güvenli kilit yapımı, XVIII. yüzyılda *pimli (tumler)* kilidin bulunmasıyla başladı. Bu kilitlerin pimi, dil üstündeki bir deliğe giren bir mandal ya da diştir. Anahtar bu mandalı kaldırır. Pimli kilidin yalın türünde pim, bir maymuncukla kaldırılabilir; ama 1778'de İngiliz Robert Barron'un geliştirdiği çift etkili kilitte, dilin çekilebilmesi için, karşılıklı iki (sonradan ikiden çok) pimin, uygun yüksekliğe kaldırılması gerekir (herhangi bir pimin gereğinden çok kaldırılması durumunda, söz konusu pim üstteki bir deliğe takıldığından, dil gene çekilemez). Çok pimli kilit, günümüzde de birçok ki-

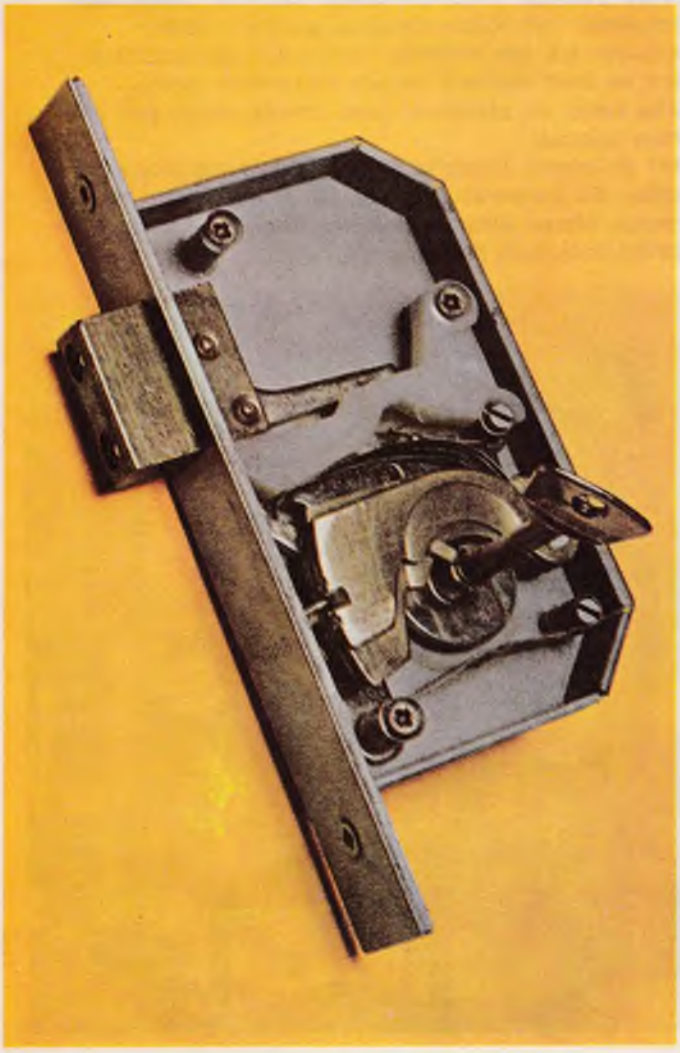




Roma döneminden kalma bir bronz kilit levhası ve kilit köprüsü. (sağda üstte)
Diderot'nun XVIII. yüzyılda hazırladığı ilk ansiklopediden alınmış bir resim. (sağda altta)
Dönemin demir işçiliği, oldukça ileriydi. Kutu kapağındaki kilit, yay basıncıyla, karşılıklı yerleştirilmiş on iki sürgüyü birden çalıştırıyordu. Ne var ki, sürgü sayısının fazlalığı, güvenlik bakımından pek yarar sağlamıyordu.
4 000 yıl önce kullanılan tahta Mısır kilidi. (altta)
Uzun yatay bölüm, içi boş sürgüdür. Anahtar yukarı kaldırıldığında, tokmaya yerleştirilmiş pimleri yukarı iterek, sürgünün çekilmesini sağlar.







lidin temelini oluşturur. Barron pimli kilidinin ilginç bir türü, 1818'de Jeremiah Chubb tarafından patenti alınan düzenektir. Bu tür kilit kurcalandığında, bir pim yükseltilmiş durumda kalır ve doğru anahtarla geriye doğru döndürülene kadar, sürgünün açılmasını önler.

Barron'un çift etkili kilidi gibi, XVIII. yüzyılda geliştirilen bir başka kilit de, Bramah kilididir. Bu kilit, değişen boyutlarda çentikleri bulunan boru biçimli bir anahtarla açılır ve çentikli diyafram plakası ile birkaç tane yaylı radyal kızak içerir. Çentikli anahtar, kızakları, diyaframın üstündeki çentiklere uyana kadar iterek, kilidin silindir biçimindeki göbeğinin döndürülmesini sağlar.

Günümüzde sokak kapılarında en yaygın kullanılan kilit, birçok kilidin en olumlu özelliklerini birleştiren silindir biçimli, pimli *Yale* kilididir. Yale kilidi, 1848 yılında Connecticut'lı (A.B.D.) Linus Yale tarafından bulunmuş ve oğlu tarafından geliştirilmiştir. Silindir içindeki lokmanın dönüşü, Mısır kilidindeki pimlerin boşaltılmış sürgü içine uzanmasına benzer biçimde, lokma içine uzanan beş pimle önlenir. Pimler üst ve alt yarılara bölünmüştür; alt yarılara «pim» (tumler), üst yarılara «itici» adı verilir. Hem pimler, hem de iticiler, değişik uzunlukta yapılır. Yalnızca uygun ağzı olan bir anahtar, lokmanın dönmesini sağlayarak, beş pimi uygun yüksekliğe kaldırabilir. Pimli kilitler yayla donatılmıştır. Böylece, uygun bir anahtarla açılmadıkları sürece, kilitli durumda kalırlar.

Şifreli kilitler: Şifreli kilidin sürgü ya da kelepçesinde yuvalar vardır. Bu yuvaları halkalar çevreler. Halkaların dış yüzeyinde harf ya da sayılar, iç yüzeyindeyse deliklere uyabilen uzantılar bulunur. Sürgünün çekilebilmesi için, halkaların doğru biçimde sıralanması gerekir. Sözgelimi kilitte, her birinin üstünde yüz sayı bulunan üç halka varsa, içlerinden yalnızca birinin kilidi açacağı bir milyon olası birleşim vardır. Şifreli kilit, Avrupa'da XVI. yüzyıldan bu yana bilinmektedir, ama eski örnekler günümüze kalmamıştır. Modern türlerin önünde, içindeki halkalar bir sıraya girene kadar ileri geri döndürülen bir gösterge bulunur. Şifreli kilitlerin çoğu, zaman zaman şifreleri değiştirilebilecek biçimde düzenlenir.

Kasalar: Kasalar, genellikle şifreli kilitlerle donatılır. Bunlarda, içine patlayıcı maddelerin yerleştirilebileceği anahtar delikleri bulunmaz. Bazılarında saatli kilit mekanizmaları da vardır. Böylece kasa, şifreyi bilen kişi tarafından bile, belirli saatler dışında açılamaz.

Elektronik kilit: 1970'lerde A.B.D'ndeki bazı yapılar, tuşlu telefon ilkesine göre çalışan elektronik ki-

Apartman daireleri için güvenlik aygıtı. (solda üstte) Kattaki kişi, kapıyı açmak istediğinde, bir düğmeye basarak, elektromagnetik sürgüyü çalıştırır. Zıvana içine yerleştirilen bir modern kilit. (solda altta) Bu tip kilit, ya dışardan bir anahtarla ya da içerden yaylı bir kolla çalıştırılır. Ayrıca, içerden bir pimle, kademeli olarak kilitlenebilir.

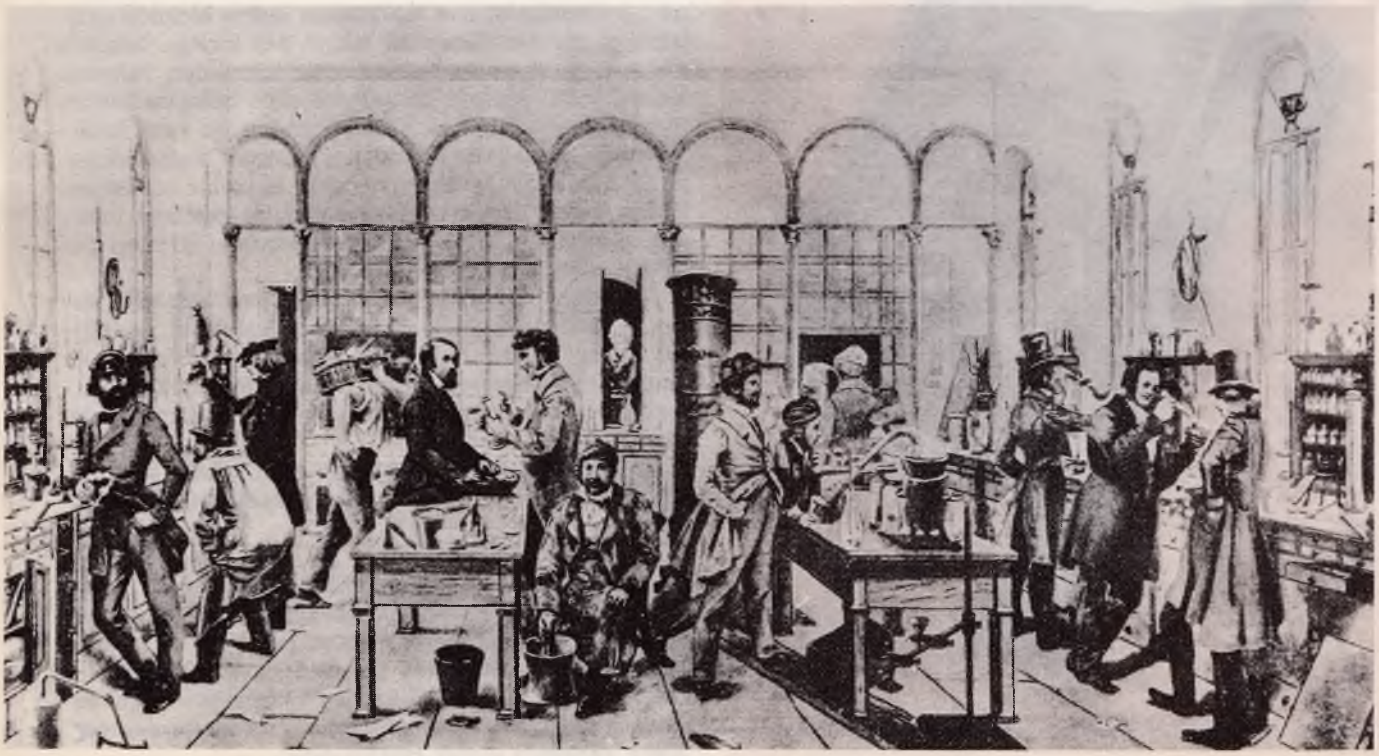
litlerle donatılmaya başlandı. Bu kilitlerin dışında, basıldığında değişik elektronik sesler veren birkaç yaylı tuş vardır. Doğru ses tonları kilidi çalıştırır. Gelişigüzel saatlerde onarım ya da koruma personelinin girip çıktığı yerlerde, bu kilit, anahtar gerektirmemesi bakımından kolaylık sağlar. Ayrıca, hem açılması zordur, hem de güvenlik nedeniyle şifre sık sık değiştirilebilir.

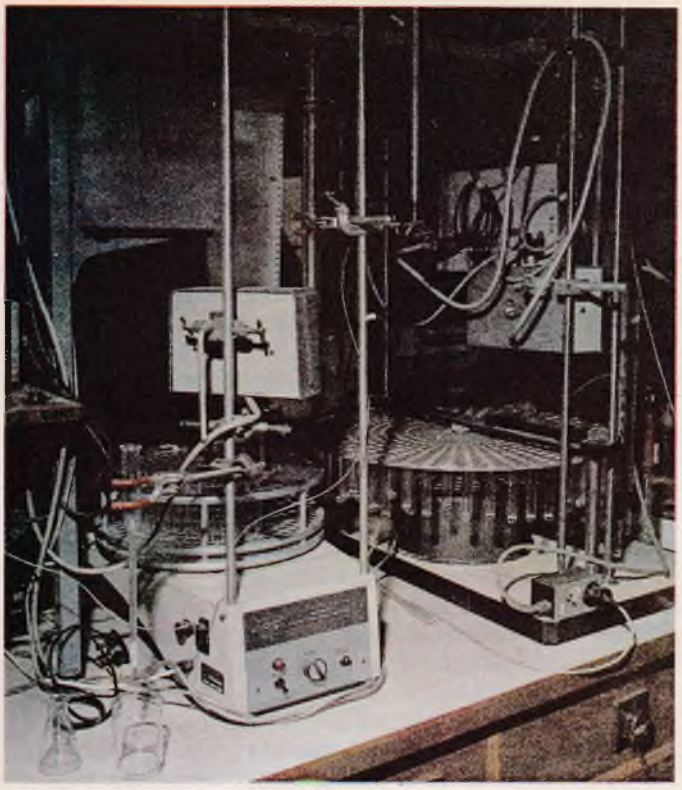
KİMYA

Kimya, evrende bulunan bütün madde biçimlerinin bileşimlerini inceleyen bilim dalıdır. Hem doğada bulunan, hem de insanlar tarafından üretilmiş olan bütün maddeler, 106 kimyasal **ELEMENT**'ten oluşmuştur. Kimyasal ÇÖZÜMLEME'yle, gelişmiş ölçüm yöntemlerini de içeren ileri tekniklerin ortaya çıkması sonucu, herhangi bir çakıltaşından, bilinmeyen bir toz örneğine kadar, bütün maddelerin kimyasal bileşimini bulma olanağı sağlanmıştır. Kimya bilimi, bileşimlerin incelenmesinin yanı sıra, maddelerin birbirleri üstündeki etkileriyle de ilgilenir. Kuvvetli asitler ile kuvvetli alkaliler çok aşındırıcıdırlar; ama birbirlerini yansızlaştırdıkları zaman, zararsız bir kimyasal bileşik, yani tuz elde edilir. Sözgelimi, sodyum hidroksit *(NaOH)* ve hidroklorik asit *(HCl)* tepkimeye girince, sofra tuzu *(NaCl)* ile su oluşur.

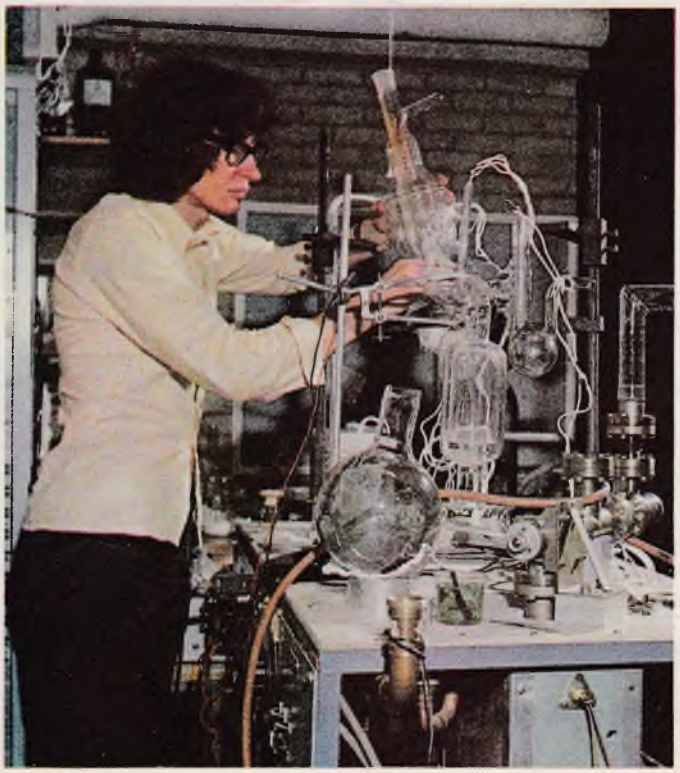
Tarihçe: XVI. yüzyılın başlarında SİMYA'nın sınırları zorlanmaya başlanmıştı. BOYLE'un *Skeptical Chymist* (Kuşkucu Kimyacı) yapıtının XVII. yüzyıl ortalarında yayınlanmasıyla, maddenin incelenmesinde yeni bir çığır açıldı. Boyle, bu yapıtında, maddenin yalın temel cisimlerden, yani kimyasal elementler-

XVIII. yüzyılın ikinci yarısında, Lavoisier tarafından deneylerde kullanılan kimyasal aygıtlar. (üstte) Lavoisier, ilk kez Priestley tarafından arılaştırılmış olan ve önce «yüksek oranda solunabilir hava», daha sonra da «oksijen» adını verdiği gazla, pek çok deney yapmıştır.
1840 yıllarında Liebig'in Giessen'deki laboratuvarı. (altta) Bu Bavyeralı kimyacı, ilk çalışmalarını klasik organik kimya üstünde yoğunlaştırmıştı ve kimya eğitimi konusuyla ilgileniyordu.





Ekmek mayasındaki nükleik asit bileşenlerinin (protein bireşiminde önemlidir) araştırıldığı bir biyokimya deneyi. (üstte) Bileşenler bir iyon değiştirme kolonunda ayrılır. Bunun için sıvı, morötesi ışık altında optik yoğunluğu ölçen bir akım odasından geçirilir. Örnekler, daha sonra, toplayıcı borulara geçer.
Transistörlerde kullanılan yarıiletkenlerin geliştirilmesi ve yüzey özellikleriyle ilgili bir fizikokimya deneyi. (altta)



den oluştuğunu ileri sürüyordu.

XVIII. yüzyıl boyunca bilim adamları, değişik elementlerin ve bileşiklerin özelliklerini, sistemli biçimde incelediler. Joseph Black, «değişmez hava» diye adlandırılan karbon dioksidin kimyasını inceledi. Scheele, kloru, arseniği, çeşitli organik asitleri, gliserini ve oksijeni buldu. Bağımsız olarak çalışan Priestley de, cıva oksidi ısıtarak oksijeni buldu ve oksijenin, hem yanma olayında, hem de hayvanların solunumunda temel bir madde olduğunu ortaya koydu. Yüzyıllar boyunca bir element olduğu düşünülmüş olan suyun, oksijen ile hidrojenden oluştuğu CAVENDİSH tarafından ortaya çıkarıldı. Fransız Devrimi'nde başı kesilen LAVOİSİER, sayısız deney yaptı ve söz konusu dönemde bilinen 33 elementi içeren bir çizelge hazırlayarak, modern «kimyanın kurucusu» oldu.

Kimyadaki ilerlemeler, XIX. yüzyıl boyunca da sürdü. Birçok element bulundu ve element grupları içindeki benzerlikler ortaya çıkarıldı. Böylece MENDELEYEV, elementleri PERYODİK ÇİZELGE'de sınıflandırdı. DALTON, DAVY, Gay-Lussac, AVOGADRO ve BERZELİUS'un çalışmaları sonucu, kimyasal bileşimleri ve elementlerin birleşmesini konu alan yasalar geliştirildi. Organik kimyanın varlığını ortaya çıkaran da Berzelius oldu. 1822 yılında Alman kimyacı Wohler, sidikte bulunan beyaz billursu bir bileşik olan üreninin $(CO[NH_2]_2)$ bireşimini yapıncaya kadar, organik bileşiklerin yalnızca hayvanlardan ve bitkilerden elde edilebileceği sanılıyordu. Daha sonra, Perkin, kinin hazırlamaya çalışırken, değerli bir boyarmadde olan moveini elde etti. Fischer de, şekerlerin bireşimini gerçekleştirdi. Yeni bileşiklerle ilgili buluşların dışında, Kekulé, 1866 yılında benzen halkasıyla ilgili kuramını açıkladı (Bk. AROMATİK BİLEŞİKLER).

Günümüzde kimya: Kimya, aralarında kesin sınırlar bulunmamakla birlikte, üç dala ayrılabilir: ORGANİK KİMYA (karbon bileşiklerinin kimyası); ANORGANİK KİMYA (mineral kökenli maddelerin incelenmesi); fizikokimya. Fizikokimya, kimyasal maddelerin ve kimyasal tepkimelerin gözlemlenmesiyle ve özelliklerinin molekül özelliklerine bağlanmasıyla ilgilenir. Bu yolla, billur yapısındaki değişiklikler ile kimyasal tepkimelerin hızlarının ölçülmesi ve ısı ile basınç değişikliklerinin bu hız üstündeki etkilerinin ilgili moleküle bağlanması sağlanır. Bu tür araştırmalardan elde edilen sonuçlar, endüstri üretiminin koşullarının saptanmasında büyük önem taşır.

Biyokimya: Bütün canlılar, kimya fabrikalarına benzerler: Sürekli olarak kimyasal bileşikleri çözündürür ve bireşim yaparlar. Bu kimyasal tepkimeleri ve hücre içi etkinlikler ile hücre dışı etkinlikler arasındaki duyarlı dengeyi inceleyen bilim dalına, «biyokimya» adı verilir. Biyokimya, PROTEİNLER'in, KARBONHİDRATLAR'ın, vitaminlerin, enzimlerin, hormonların ve birçok başka bileşiğin özellikleri ile molekül yapılarının bulunmasını sağlamıştır.

Doğal kaynaklar tükenmeye yüz tuttuğu ya da apansız kullanılmaz hale geldiği zaman, bunların yerini alacak bir ürün sağlayarak sorunu çözmeye çalı-

şan, kimyacıdır. XIX. yüzyılın sonunda William CROOKES, Şili güherçilesinin (sodyum nitrat) tükenmesi durumunda, dünyada yiyecek kıtlığı görüleceği konusunda bilim adamlarını uyardı. Böylece kimyacılar, laboratuvarda hava ve bir katalizör yardımıyla amonyak (Bk. AMONYAK ÜRETİMİ) bireşimi yapmak için çalışmalara başladılar. Haber yöntemi («Haber-Bosch yöntemi» de denir), özellikle Almanya'nın patlayıcı maddeler için amonyaktan nitrat üretmek zorunda kaldığı Birinci Dünya savaşı sırasında büyük başarı kazandı. Birinci Dünya savaşından sonra, organik kimyacılar, günümüzde özellikle lastik endüstrisinde geniş oranda kullanılan ilk sentetik kauçuğu geliştirdiler. Bununla birlikte, savaşlar, yeni kimyasal maddelerin geliştirilmesini sağlayan tek yönlendirici değildir. Gerçekte, bazı önemli bileşikler, sözgelimi, movein (bir anilin boya) ve polietilen raslantı sonucu bulunmuştur. Polietilenin bulunması, yüksek basınçların tepkimeler üstüne etkileri konusunda yapılan deneyler sırasında gerçekleşmiştir. Küçük bileşiklerin uzun zincirler ya da polimerler halinde birleştirilmesi özellikle başarılı olmuş ve kullanışlı sentetik liflerin ve PLASTİK'lerin ortaya çıkmasını sağlamıştır.

KİMYA ENDÜSTRİSİ (tarih)

Kimya endüstrisinin tarihi, insanoğlunun, çevresindeki doğal maddeleri değiştirmeye ya da tepkimeye uğratmaya çalışmasıyla başlar.

Çok eski işlemlerden bazıları boyama, mayalama (fermantasyon) ve sabun yapımı gibi, genellikle düşük sıcaklıklarda yürütülen süreçlerdi. Metallerin filizlerden elde edilmesi ile seramik, cam yapımı ve harç için kireç yakma gibi öteki işlemler, ısıya gerek gösteriyordu. Bütün bu işlemler, raslantı sonucu yapılan gözlemlere dayanıyordu. Ama sonradan bronz üretimi, derilerin işlenmesi ve doğal liflerin sağlamlaştırılması gibi daha karmaşık süreçler de geliştirildi.

Zamanla, ilkel bir laboratuvar yaklaşımı ortaya çıkmaya başladı. Rönesans'tan sonra, KİMYA ve FİZİK çalışmaları sistemli hale getirildi. Böylece, hammaddeler ve yalın bileşikler sınıflandırılmaya ve tanımlanmaya başlandı.

Alman kimyacısı Glauber 1650 yılında, odun külü ve benzeri maddelerden çıkarılan güherçilenin, doğal gübrelerin bulunmadığı durumlarda, yapay gübre olarak kullanılabileceğini gösterdi. Barutun da bileşenlerinden biri olan güherçile, değişik tuzların elde edilmesinde kullanılıyordu. Avrupa'nın birçok ülkesinde, yeni bilimsel ve teknik araştırmalar yapıldı. XVIII. yüzyılın başlarında bilimsel konular, hem araştırma, hem de uygulama alanında büyük ilgi toplamaya başladı.

Sülfürik asit ya da vitriyol yağı, simyacılarca biliniyordu; ama ilk büyük çaplı üretim, 1740'ta Ward ve White, ticari bir işleme başladıklarında yapıldı. Böylece, kimyasal üretim, laboratuvardan, endüstri alanına çıkmış oldu. Ward ve White, sülfürik asit üre-

1650 Glauber'in güherçile (potasyum nitrat) ve Glauber tuzu (sodyum sülfat) üstünde çalışması

1747 Şeker pancarından şeker çıkarılması (Marggraf)

1740 Az miktarda sülfürik asit üretimi (Ward)

1746 Kurşun odada sülfürik asit üretimi (Roebuck)

1774 Priestley'nin oksijeni bulması

1791 Leblanc'ın soda yöntemine (sodyum karbonat, cam ve sabun üretiminde kullanılır) patent verilmesi ve ilk fabrikanın kurulması.

1792 Murdock'un kömür gazıyla aydınlanmayı bulması

1799 Ağartma tozu üretimi (Tennant)

1810/12 Kömür gazının genel bir aydınlatıcı olarak kullanılması; kömür katranının kömür kimyası endüstrisinin oluşmasına yolaçacak büyük miktarlarda üretilmesi

1824 Portland çimentosu üretimi (Aspdin)

1827 Sülfürik asit üretiminde Gay-Lussac kulesinin kullanılması

1834 Kömür katranından hidrokarbonlar (Runge ve Faraday)

1843 İlk süperfosfat gübre fabrikası (Lawes)

1844 Diazot monoksitin uyuşturmada kullanılması (Wells)

1846 A.B.D'nde eterin uyuşturucu olarak kullanılması (Warren ve Martin)

1847 Kloroformla uyuşturma (Simpson)

1856 Çelikte açık-ocak yöntemi (Siemens), ayrıca çelik yapımında Bessemer'in dönüştürücüsü
İlk sentetik kömür katranı boyarmadde (Perkin)

1859 Petrol endüstrisinin başlangıcı, Pennsylvania'da (A.B.D.) ilk petrol kuyusu

1650 1740 1746 1747 1774 1791 1792 1799 1810 1824 1827 1834 1843 1844 1846 1847 1856 1859

timinde önce büyük cam kaplar, sonra da kurşun kaplar kullandılar. Kükürt, potasyum nitratla (güherçile) yakılıyor ve cam teknelerin dibindeki su, çıkan dumanı soğurarak sülfürik asit oluşturuyordu.

Sülfürik asidin yanı sıra, birçok başka asit, her tür ham ve bileşik maddeyle denenmeye başlandı. Bu işlemler sırasında, çıkan dumanlardan da yararlanıldı. Yakıt olarak kullanılan odunun yerini, büyük ölçüde kömür aldı. Karbon monoksit, metan ve etilen gibi kömür gazı bileşenlerinin tümü, XVIII. yüzyıl içinde tanındı. Kükürt, karbon ve fosfor gibi elementler incelendi. Metal oksitlerinin suda alkali oluşturacak biçimde çözünmelerine karşılık, söz konusu elementlerin oksitlerinin, suda asit oluşturdukları ortaya çıkarıldı. Bu tür oksitlerin asitlerle tuz oluşturacak biçimde birleştikleri biliniyordu. Element sayısı 15'e çıktı (günümüzde 100'ün üstündedir) ve arsenik, krom, manganez, platin gibi yeni metaller bulundu. 1747'de Marggraf, pancar suyunda şeker bulunduğunu ortaya koyarak yeni bir endüstri dalının açılmasına sağladı.

Berthollet'nin Fransa'da yaptığı, klorla keteni ağartma buluşu, daha çok buharlı makinalarla ilgili çalışmalarıyla tanınan James Watt tarafından değerlendirildi. 1799'da Charles Tennant, ağartma tozu yapımında kullanılan gaz halindeki kloru, sönmüş kirece soğurtmanın bir yolunu buldu. Bu gelişmenin İngiltere'deki pamuklu endüstrisine büyük etkisi oldu ve endüstri devriminde, söz konusu dönemin mekanik buluşları kadar önemli rol oynadı.

XVIII. yüzyılın son çeyreğinde, cam, sabun ve öteki bazı temel maddelerin yapımında kullanılan, potas türünde alkaliler azdı. Doğal kaynak odun külüydü; oysa Avrupa'da, savaş nedeniyle odun oldukça zor bulunuyordu. Fransa'da, alkali bireşiminin gerçekleştirilmesini sağlayacak kişi için bir ödül kondu. Ödülü, 1791 yılında Leblanc kazandı. Daha sonra başka süreçlerin de bulunmasına karşılık, Leblanc'ın yöntemi, en verimlisiydi. Sülfürik asit, kaya tuzuyla *(NaCl)* işleniyor ve büyük oranda sodyum sülfat ile hidroklorik asitten oluşan bir tuz pastası oluşturuluyordu. Başlangıçta yalnızca çok aşındırıcı ve rahatsız edici bir yan ürün olan hidroklorik asit, zamanla ağartmada kullanılabilecek klora dönüştürüldü. Tuz pastası, daha sonra, toz halindeki kok ve kireçtaşıyla işleniyor ve ısıtılıyordu. Elde edilen kara kül, suyla işleniyordu.

Alkali endüstrisi: Leblanc'ın çalışmalarından yaklaşık bir yüzyıl sonra Belçika'da Solvay, soda üretim yöntemini geliştirdi. Deniz tuzu *(NaCl)*, amonyak ve karbon dioksitle işleniyor ve sodyum bikarbonat *($NaHCO_3$)* oluşuyordu. Bu ürün ısıtılırsa, sodyum karbonat ortaya çıkıyordu.

Amonyak bireşimi: Amonyağın, 3:1 oranında hidrojen ve azot içerdiğini bulan Berthollet'nin çalışmalarının ardından, 1795 yılında Hildebrandt, amonyağı bireşimlemek için, bu iki elementi bir araya getirmeye çalıştı; ama başarılı olamadı. 1823'de Döberei-

1886 Hall'ın alüminyum oksitten alüminyum üretmek için elektroliz yöntemini bulması

1920 Petrokimya endüstrisinin başlaması-izopropil alkolün üretimi

1900 Sülfürik asit üretimi için kontakt yöntemi (BASF, Almanya)

1866 Klor üretiminde Weldon yöntemi

1901 İndigodan sonra ilk sentetik boyarmadde; indantron

1867 Odun hamurundan büyük çaplı kağıt üretimi

1910 Baekeland'ın ilk modern plastik olan bakeliti bulması
Petrolün arıtılması, kerosen üretiminden yeni motor endüstrisi için benzin üretimine geçiş

1903 Norveç ve Almanya'da, Birkeland ve Eyden'in nitrik asit üretimi için elektrik arkı süreçleri

1884 İlk yerel uyuşturma maddesi, kokain (Koller)

1865 1866 1867 1868 1884 1886 1891 1897 1900 1901 1903 1908 1909 1910 1913 1920 1925

1868 Graebe ve Liebermann'ın kömür katranı antraseninden alizarini bireşimlemesi
Yaklaşık bu tarihte nafta, fenol, benzen türünde kimyasal maddelerin kaynağı olarak kömür katranın öneminin anlaşılması

1908 Haber'in amonyak bireşimini geliştirmesi

1909 Frengi tedavisi için, Ehrlich tarafından Salvarsan'ın bulunması
İlk sentetik ilaç ve eczacılık endüstrisinin başlaması

1897 Castner-Kellner'in deniz suyunu kostik soda ve klor elde etmek için elektrolizi
BASF tarafından mavi boya indigonun üretilmesi

1835 Nobel'in patlayıcı üretmek için fabrika kurması (Nitrogliserin Ltd.)
Amonyak-soda üretiminde Solvay yöntemi

1913 Almanya'da Haber-Bosch amonyak fabrikası

1891 Frasch'ın yeraltından kükürt elde etmek için bir yöntem geliştirmesi

1925 Ham petrolün ısıl krakingiyle, benzin üretiminin artması

ner, bir katalizörün üstünden sıcak hava geçirip, bir ölçüde başarılı oldu; ne var ki, elde ettiği sonuçlar, yüzyılın sonuna kadar desteklenmedi. 1865'te Deville, 1 300°C'a kadar ısıtılmış porselen bir tüpten, küçük miktarlarda amonyak elde etmek için, hidrojen ve azot karışımı geçirdi. 1901'de La Chatelier, yüksek basınç altındaki hidrojen ve azot karışımına bir elektrik kıvılcımı vererek, amonyak elde etmeye çalıştı. Ne yazık ki, ortamda oksijen vardı ve aygıt havaya uçtu.

Dönüm noktasına 1907'de ulaşıldı. Nernst ve Jost, Haber'in de üstünde çalışmakta olduğu sorunu, bütünüyle yeniden ele aldılar. Sonuçta Haber, ilk kez Döbereiner tarafından önerildiği gibi bir katalizör kullandı ve amonyak bireşimini sağlayan bir yöntem buldu. Sentetik amonyak üreten ilk fabrika, 1913 yılında Almanya'da kuruldu. 1924'te, dünyanın sabitleştirilmiş azot üretiminin üçte biri bu yöntemle elde ediliyordu.

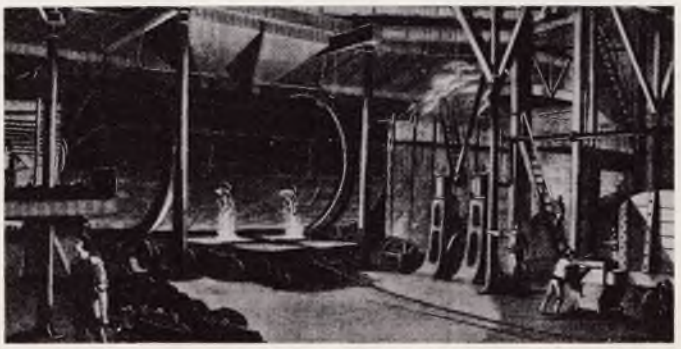
Elektrokimya: Volta'nın 1792'de elektrik akımı üreten pili bulması, kimyada elektrik akımlarının etkisiyle ilgili çalışmaları hızlandırdı. İki önemli gelişme, ELEKTROLİZ ile elektrik arklı fırındı. Pil, kısa süre içinde etkili bir bataryaya dönüştürüldü. İlk mekanik elektrik jeneratörleri 1800'lü yılların ortalarında gerçekleştirildi. 1880'li yıllardaysa, alüminyum oksitten elektroliz yoluyla alüminyum üretme yöntemi geliştirildi. Bir başka önemli yöntem, tuz çözeltisinin elektroliziyle kostik soda (sodyum hidroksit) üretimiydi. Klor, bu sürecin yararlı bir yan ürünüydü.

Patlayıcılar: Güherçile (potasyum nitrat) ile odun kömürü (karbon) ve kükürtün bir karışımı olan kara barut, en eski PATLAYICILAR'dan biridir. Tipik bir karışım % 75 potasyum nitrat, % 15 karbon ve % 10 kükürtten oluşur. 1870 yıllarında barutun yerini, eylemsiz bir maddeye emdirilmiş dinamit (nitrogliserin) almaya başladı. 1700'lerdeyse, arı olmayan cıva fülminat (cıva II isosiyanat) yalıtılmıştı. Ne var ki, bu bileşiğin ayrıntılı biçimde tanımlaması ancak 1800'lerde, Howard tarafından yapıldı. 1860 yıllarının başlarında, Nobel, cıva fülminatı nitrogliserinin patlamasını sağlayan başlangıç maddesi olarak kullandı. Nitrogliserin, ilk kez 1847 yılında, Sobrero tarafından, sülfürik asit ile nitrik asitten oluşan soğutulmuş karışıma gliserin damlatma yoluyla elde edildi.

1838'de Pelouze, nitrik asidin kağıtla ve öteki selüloz içeren maddelerle tepkimeye girerek, kolayca tutuşan ürünler oluşturduğunu gösterdi. 1846'da hem Schönbein, hem de Böttger, birbirlerinden bağımsız olarak, nitrik asidin pamuk üstüne etkimesiyle, patlayıcı bir madde olan pamuk barutunu hazırladılar.

Patlayıcılar, hem taş ve maden ocaklarındaki patlamalarda, hem de mermilerin fırlatılması için silahlarda kullanılıyordu.

Gübre endüstrisi: Güherçilenin (potasyum nitrat) yapay gübre olarak kullanımı, 1650 yıllarında Glauber tarafından önerilmişti. Fransız kimyacısı De Saussure, 1804'te bitkilerin toprak mineralleri elementleri içerdiğini gösterdi. 1830'da da Boussingault, bu buluşları, tarlalarda yaptığı çeşitli deneylerle doğruladı. 1840'ta von Liebig «*Tarım Kimyasına ve Fizyolojiye Uygulanan Organik Kimya*» adlı raporunu yayınladı. Bu rapor, gübre endüstrisinin başlatılmasında önemli rol oynadı. Liebig, bitkilerin bileşimini inceledi ve azot çevrimine ek olarak, fosfor ve potasyumun da gerekli olduğunu ortaya koydu. Aşağı yukarı aynı yıllarda James Murray, kalsiyumun bir süperfosfatının, bitki büyümesini olumlu yönde etkilediğini gös-



1770'lerde bitki külünden alkali kullanılarak sabun yapımı. (sağda üstte)
Bir döner fırın. (sağda ortada) Soda yapmak için Leblanc tarafından geliştirilen yöntemde, sodyum sülfat, tebeşir ve mangal kömürüyle karıştırılıp, soda içeren siyah külü oluşturacak biçimde ısıtılıyordu.
1900'lerin başında, mavi boya indigonun üretimi. (sağda altta) Yöntem, BASF tarafından 17 yılda geliştirildi.

terdi. Bu ürünü ticari çapta üretebilmek için, fosfat mineralinin kuvvetli bir asitle işleme sokulduğu bir yöntem geliştirdi. 1850'den önce aşağı yukarı bütün azotlu gübreler, değişik tipte organik gübrelerden elde ediliyordu. Bu tarihten XX. yüzyılın başlarına kadar (amonyak üretimi için Haber yönteminin geliştirilmesine kadar) da, sodyum nitrat kullanıldı.

Petrol endüstrisi: Yer yüzeyindeki petrol sızıntıları, uzun süredir gözlenmekteydi. Büyük miktarlarda petrol ve gazın yeryüzüne çıktığı bazı yerlerde, büyük asfalt kütleleri ya da gölleri oluşmuştu. Ne var ki, petrol endüstrisi, ancak delme teknikleri yerkabuğunun içine girilmesine olanak sağlayacak ölçüde geliştikten sonra ilerledi. İlk petrol kuyuları arasında en tanınmışı, Drake'in 1859'da A.B.D'nde açtığı kuyudur. Delme yöntemlerinin geliştirilmesi ve petrol alanlarında yer yapısının daha iyi anlaşılır hale gelmesi, petrol üretiminde hızlı bir artışa yolaçtı. Başlangıçta yalnızca parafin (kerojen) bölümü aydınlatmada kullanılıyor, gerisi atılıyordu.

Ham petrolün bileşimi konusundaki araştırmalar, endüstri düzeyinde ayırma yapılmasına neden oldu. Değişik bileşenlerin ayrılmasında yararlanılan temel yöntem, kısmi damıtmaydı.

Birinci Dünya savaşının ardından, içten yanmalı motorun A.B.D. ve Avrupa'da yaygınlaşması, petrolün farklı bileşenlerine duyulan gereksinmeyi artırdı. Zamanla, benzinin içine karıştırılan hafif petrol ürünleri veren uzun hidrokarbon zincirlerinin kırıldığı, «kraking tesisleri» geliştirildi.

Boya endüstrisi: 1856 yılında Perkin, sonradan «movein» adını verdiği, kömür katranından türetilmiş ilk boyarmaddeyi üretti. Perkin'in amacı, kinin elde etmek için anilini yükseltgemekti. Ama kömür katranından elde edilen anilinin içinde, boyarmadde üretiminde temel madde olan tolidin vardı. Perkin, buluşundan yararlanarak, ilk boya fabrikasını kurdu.

Araştırmacılar, yeniden kömür katranının yan ürünleriyle ilgilenmeye başladılar. 1850 yıllarının sonlarında ve 1860 yıllarının başlarında, Nicholson, Verguin, Natanson ve Halliday, «füksin» ya da «magenta» adı verilen boyarmaddeyi ürettiler.

KİMYASAL BAĞLANMA Bk. BAĞ, KİMYASAL

KİNETİK Bk. DİNAMİK

KİNETİK ENERJİ Bk. ENERJİ

KİNETİK KURAMI Bk. GAZ YASALARI

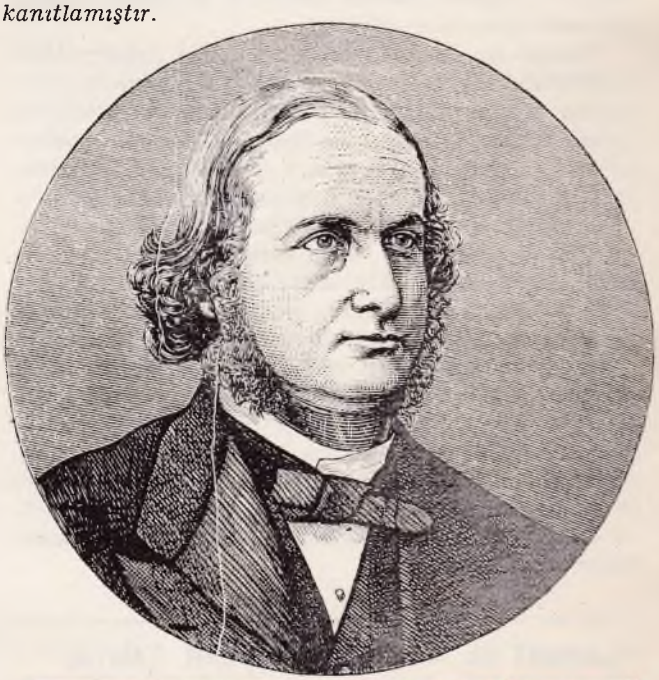
KİRCHHOFF, GUSTAV ROBERT (1824-1887)

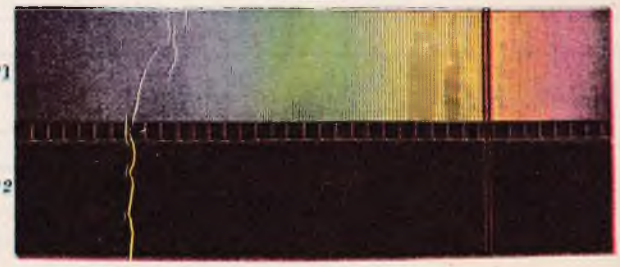
Gustav Robert Kirchhoff, her alanda pek çok buluşun yapıldığı XIX. yüzyılda, fiziğin gelişmesinde önemli rol oynamış kişilerdendir.

Bir avukatın oğlu olan Kirchhoff, Almanya'da Königsberg'de doğdu. 18 yaşında Königsberg Üniversitesi'ne girdi. İlk çalışmalarında, OHM'un elektrik iletimi kuramını ısı akımına benzeterek, üç boyutlu olarak inceledi ve geliştirdi. Daha sonra, 1857'de, bu çalışmasını bir telgraf hattında, elektrik işaretlerinin yayılmasına uyguladı. 1880'de, bir katı cismin ısı iletiminin, elektrik iletimiyle orantılı olduğu kuramını geliştirdi. Çalışmalarını sürdürüp, Weber'in kuramsal bilgilerinden yararlanarak, elektrik iletim hızının, ışık hızına eşit olduğunu kanıtladı. Bu çalışma, James Clerk MAXWELL'in elektromagnetik kuramını geliştirmesini sağladı.

Kirchhoff, 1850'de Breslau'da deneysel fizik pro-

Gustav Kirchhoff (altta), tayfsal çözümleme alanının öncülerindendir. Yalnızca sodyum buharına bakıldığında görülen iki parlak çizgi (No 2) ile Güneş'in sürekli tayfında görülen iki kara çizginin (No.1) çakıştığını ve olayın kökeninin aynı olduğunu kanıtlamıştır.





fesörü oldu. Ertesi yıl, Robert Bunsen (Bk. BUNSEN BEKİ) de, kimya profesörü olarak aynı üniversitede çalışmağa başladı. İki bilim adamı kısa sürede dost oldular ve 1854'te Kirchhoff, Bunsen'in arkasından, Heidelberg'e taşındı. Bunsen'in de katkılarıyla Kirchhoff, ışınımın temel yasalarının hesaplanması ve açıklanmasında araştırmalara başladı.

Güneş ve yıldız ışıklarının tayfgörürle (Bk. TAYFGÖRÜR VE TAYFÖLÇER) incelenmesi sırasında ortaya çıkan kara çizgilerin, aleve metal tuzları atıldığında sıcak metal buharlarının oluşturduğu parlak tayf çizgilerine benzemesi, yıllardır bilim adamları tarafından açıklanamıyordu. Hangi buhar kullanılırsa kullanılsın, buhar tayfında birbirine oldukça yakın iki parlak sarı çizgi ortaya çıkmaktaydı. Yüzyılın ortalarına doğru, araştırmacılar, sodyum buharının verdiği çizgilerin aynı olan bu çizgilerin bütün tayflarda varoluşunun, bütün metal tuzlarının laboratuvar örneklerinin, çok küçük miktarlarda da olsa, sodyum içermesiyle açıklanabileceğini düşünmeye başladılar. Kirchhoff, duyarlı ve üstün laboratuvar teknikleriyle, bu düşüncenin doğru olduğunu ortaya çıkardı. Sonra, çok yalın bir teknik (FOUCAULT da benimsedi, ama geliştiremedi) öne sürerek, sodyumun alev tayfındaki parlak çizgilerin, Güneş tayfının siyah koyu çizgilerine (Fraunhofer'in Güneş tayfı çalışmalarındaki 'D' çizgilerine) dönüştürülebileceğini gösterdi. Bunun için, Güneş ışığını sodyum alevinden geçirmek yeterliydi.

Söz konusu araştırmalar Kirchhoff'a, çağdaş GÖKFİZİĞİ'nin kapılarını açtı. Güneş ve yıldızların tayflarının incelenmesiyle derlediği bilgilerle, gökcisimlerinin fiziksel yapılarını ve birleşimlerindeki elementleri bütün ayrıntılarıyla ortaya çıkarabiliyordu. Kirchhoff'tan sonra, gökbilim çalışmaları genişletilmiş ve geliştirilmiş, ama temel kavramlar değişmemiştir.

1862'de Kirchhoff, tayf çözümlemesindeki keşiflerini genelleştirdi. Daha sonra ortaya atılan KUVANTUM KURAMI'nın temelini oluşturan 'ideal radyatör' ya da 'kara cisim' ilkelerini ortaya koydu. Buna göre, ışınım salan maddenin salma ya da soğurma gücü, maddenin sıcaklığı değişmedikçe aynı kalmaktaydı.

Kirchhoff, 1874'te Berlin'de, matematik fizik dersleri vermeye başladı. Elektrik iletimiyle ilgili çalışmalarını sürdürdü. 1881'de Paris'teki Elektrik Kongresi'ne Almanya'dan delege olarak seçildi. Matematik fizik konusunda çok sayıda değerli araştırma bırakarak, Berlin'de öldü.

KLARNET Bk. NEFESLİ ÇALGILAR. TAHTA

KLAVSEN Bk. PİYANO

KLİMATİZASYON Bk. İKLİMLEME

KLİSTRON Bk. RADAR

KLOR VE BİLEŞİKLERİ

Klor (kimyasal simgesi *Cl;* atom numarası 17), yeşilimsi sarı renkli, pis kokulu, zehirli ve solunum için tehlikeli bir gazdır. Adını, yunanca «yeşil» anlamına gelen «*khloros*»tan alır; —34°C'ta kaynayan klor, oda sıcaklığında, basınç altında sıvılaştırılabilir. Bu gaz, iki atomlu moleküller *(Cl_2)* içerir; başka bir deyişle, molekülleri, iki atomdan oluşmuştur. Söz konusu yapı, klor atomunun dış kabuğunda yedi elektron bulunmasından kaynaklanmaktadır. Atomun kararlı bir asal gaz haline gelmesi için, bir elektron kazanması gerekir. Bu nedenle, bir elektron, iki klor atomu tarafından paylaşılır.

Resimdeki (sağda) yeşil bölgeler, zararlı otları öldüren sodyum monokloratın kullanıldığı yerlerdir.
1917'de kireç kaymağıyla çalışmak tehlikeli bir iş olduğu için, kalın üstüpüden maske kullanılırdı. (altta)

Klor gazı, ilk olarak 1774'te, manganez dioksidi hidroklorik asitle tepkimeye sokan Scheele tarafından elde edildi. Ama element olarak kabul edilmesi, 1810'u (DAVY'nin gazı ayrıştıramaması sonucu) buldu.

Klor, tipik bir ametal olmasına karşılık, doğada serbest olarak bulunmayacak kadar etkin bir elementtir. Yalnızca öteki elementlerle birleşmiş halde bulunur. HALOJEN'lerin bir üyesi olarak, PERYODİK ÇİZELGE'de onlarla birlikte, yedinci grupta bulunur. Bu grubun öteki üyeleri, flüor, brom ve iyottur.

Klor gazı, birçok elementle doğrudan birleşerek, klorürleri oluşturur. Karbon, azot, oksijen ve asal gazlar bu elementlerin dışında kalır. Klorürlerde ortaya çıkan bağlar (Bk. BAĞ, KİMYASAL) ya billursu ve çözünür bir tuz olan sodyum klorürde *(NaCl)* olduğu gibi *elektrovalent* (iyonsu) ya da ucucu bir sıvı olan fosfor triklorür *(PCl_3)* de olduğu gibi *kovalent*tir.

Bulunuşu ve kullanım alanları: Deniz suyunun her cm^3ünde 365 mgr sodyum klorür (sofra tuzu) vardır. Ama klorun ana kaynağı, kaya tuzunun denizden uzak tortularıdır. Klor içeren öteki mineraller, karnalit *($KCl.MgCl_2$*,potasyum ve magnezyumun çift klorürü) ve doğal gümüş klorürdür *($AgCl$)*.

Ticari olarak klor, sodyum hidroksit üretiminin bir yan ürünü olarak toplanır. Buradan derişikleştirilmiş deniz suyu, ELEKTROLİZ'le ayrıştırılır.

Klorun endüstride ve günlük yaşamda kullanımı, etkin yükseltgeme özellikleri taşımasından kaynaklanır. Klorun sudaki çözeltisiyle (sıvılaştırılmış klor gazı ya da ağartma tozu), AĞARTMA yoluyla, kumaşların rengi açılır. Klor, mikrop öldürücü olarak da kullanılır.

Bileşikleri: Klor, hidrojenle birleşerek, keskin kokulu hidrojen klorür gazını *(HCl)* oluşturur. Bu gaz suda çözünerek, hidroklorik asidi ortaya çıkarır. Hidroklorik asit, endüstride yaygın olarak kullanılan kuvvetli bir asittir. İnsan midesinde de bulunur ve sindirime yardımcı olur.

Klor, bir metalle birleştiğinde, genellikle klor iyonu *(Cl^-)* içeren bir klorür oluşur. Bu bileşikler kararlıdır. Sodyum klorür (sofra tuzu), bedenin hücreler arası sıvısında çözünmüş olarak bulunur. Bu tuzun bedende değişmez bir derişiklikte bulunması, hücre içi ve hücre dışı sıvıların geçişme (osmoz) dengesi bakımından büyük önem taşır (geçişme, sıvıların zarlar arasından sızmasıyla ilgili bir olaydır).

Klor içeren organik moleküllerden, çeşitli biçimlerde yararlanılır. Trikloretilen *($CHClCCl_2$)* ve perkloretilen *(CCl_2CCl_2)* KURU TEMİZLEME'cilikte çözücü olarak kullanılır. Buzdolaplarında kullanılan *soğutucu gaz*ların bir grubunu oluşturan freonlar, diflüoroklorometan *(CCl_2F_2)* gibi, karışık organik klorür ve flüorürlerdir. Kloroform *($CHCl_3$)*, bir süre uyuşturucu olarak kullanılmış, ama günümüzde yerini daha tehlikesiz uyuşturuculara bırakmış bir maddedir.

Savaş gazları: Son derece zehirli olan klor gazı, Birinci Dünya savaşında kullanılan ilk zehirli gazdır. Bu savaşta daha sonra fosgen (karbonil klorür, $COCl_2$) ve iperit (diklorodietil sülfür $[CH_2ClCH_2]_2S$) kullanılmıştır. Ayaklanmaların denetim altına alınmasında daha hafif gazlar kullanılır. Bunlara örnek olarak, göz yaşartıcı gazlardan biri olan, kloroasetofenon *($C_6H_5COCH_2Cl$)* verilebilir.

Oksi asitleri: Klor gazı suda çözünür, sonra suy-

la tepkiyerek, bir denge içinde hidroklorik asit *(HCl)* ile hipoklorit asidin (*HOCl*, çok zayıf bir asit) karışımını ortaya çıkarır. Hipoklorit asit çözeltisi, çok güçlü bir yükseltgendir; çünkü asit, bozunarak, oksijen açığa çıkarır. Bu asit zayıf olduğu için, tuzları suyla kolayca tepkimeye girme özelliği taşır. Dolayısıyle, hazırlanmaları ve arı halde elde edilmeleri zordur. Kireç kaymağı, kalsiyum hipoklorit içeren kalsiyum tuzlarının karmaşık bir karışımıdır. Sodyum hipoklorit, güçlü bir temizleyici ve mikrop öldürücü olarak kullanılır.

Sodyum klorürün sıcak bir çözeltisi elektroliz edilirse, açığa çıkan klor, aynı süreçte oluşan sodyum hidroksitle tepkimeye girerek, önce hipoklorit asit, sonra da sodyum klorat *($NaClO_3$)* oluşturur. Bu tuzun seyreltik çözeltisi, etkili bir zararlı ot öldürücüdür. Potasyum klorat, kolaylıkla oksijen açığa çıkardığı için, bazen havai fişekler ve kibrit üretiminde kullanılır. Aynı zamanda, ağız yaralarını tedavi etmek için kullanılan bazı pastillerin bileşenlerinden biridir.

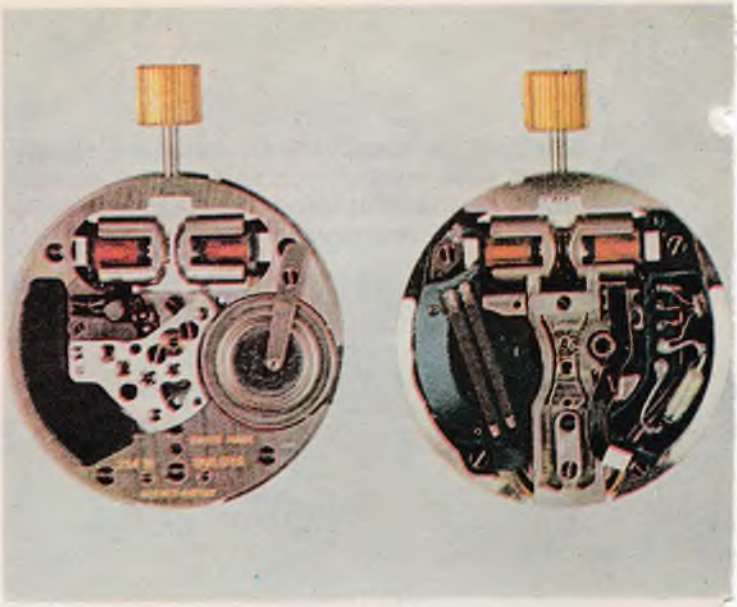
En yüksek klorlu oksi asit (en çok oksijen içeren), en kuvvetli asitlerden biri olan perklorik asittir *($HClO_4$)*. Perklorik asit tuzları, etkili yükseltgenlerdir; ama kloratlara göre hem daha kararlıdırlar, hem de elde edilmeleri daha kolaydır. Bu yüzden, havai fişeklerde ve patlayıcı maddelerin üretiminde sık sık kloratların yerini alırlar. Perkloratların organik maddelerle karıştırılmasını gerektiren uygulamalar, bu karışımın patlayıcı olması nedeniyle çok tehlikelidir.

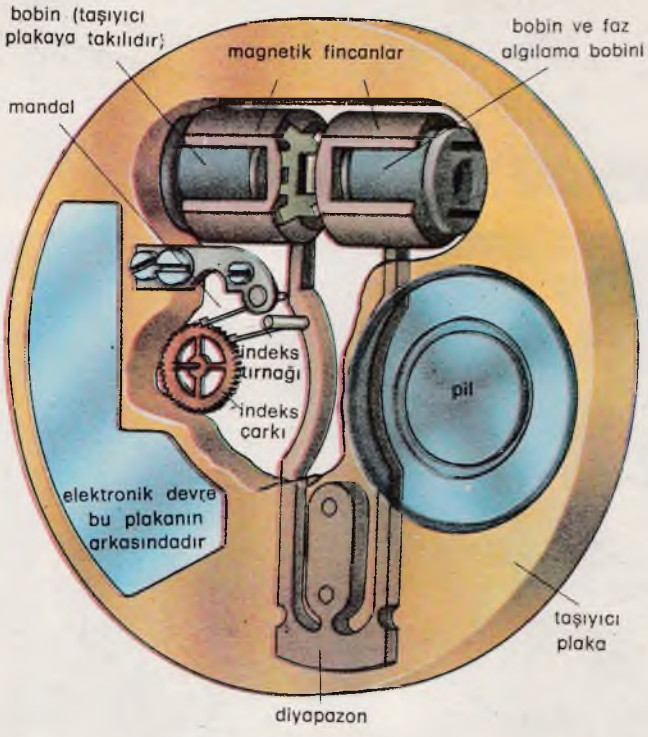
Oksitleri: Klorun birçok oksiti vardır. Klor monoksit ve klor dioksit, klor gibi birer gazdır; klor trioksit ve klor heptoksit ise, sıvıdırlar. Bunların tümü son derece tepkin ve kararsız olduğundan, çarpılma ya da ısınma durumunda, şiddetle patlama eğilimi gösterirler.

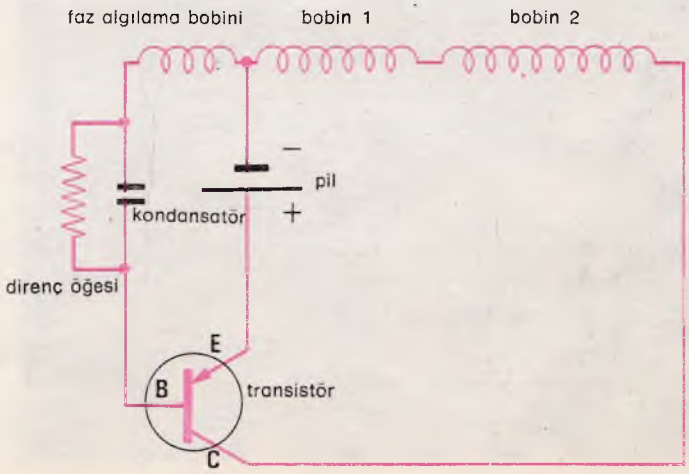
KOLORİMETRİ Bk. RENK ÖLÇÜMÜ

KOL SAATİ (elektronik)

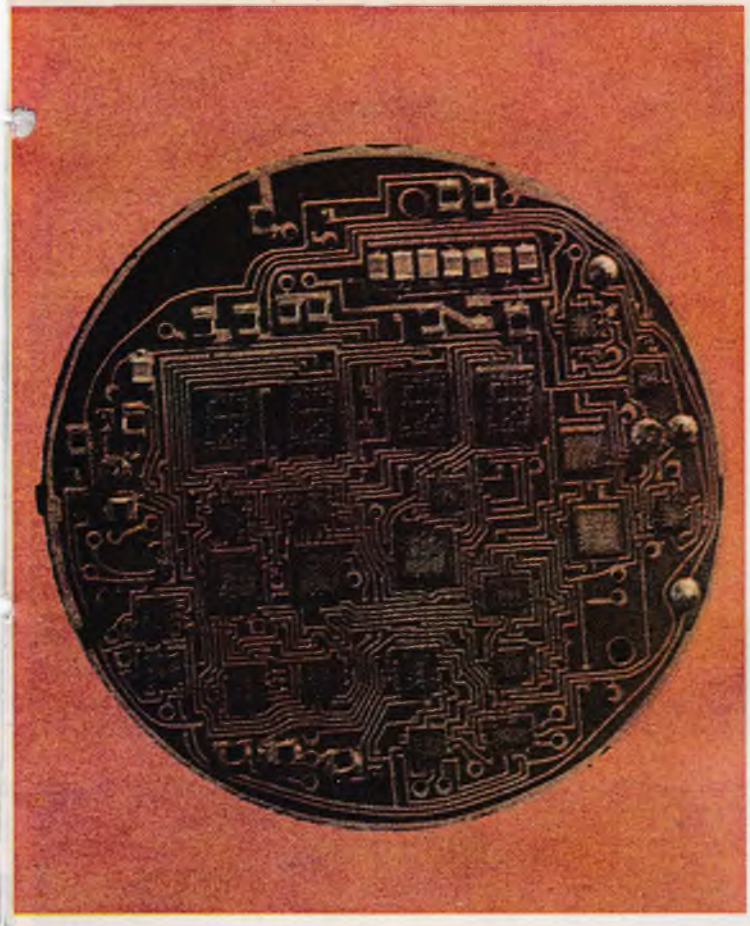
Günümüzde çeşitli tiplerde elektronik kol saatleri üretilmektedir. Zemberek yerine elektrik gücünden yararlanarak çalışan ilk saatler, 1950'lerde, yaklaşık bir yıl kullanılabilen küçük pillerin ortaya çıkmasın-

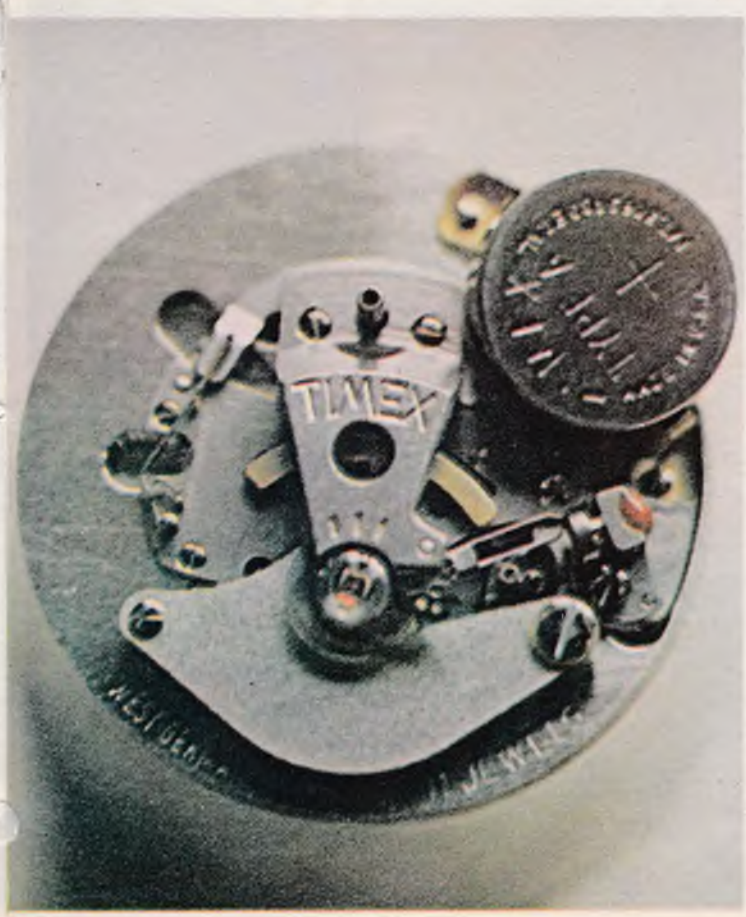






Bulova «Accutron» ilk diyapazonlu saattir. Resimde (sağda üstte), arka (resmin solunda) ve ön (resmin sağında) bölümleri görülmektedir. Bakır silindirler, diyapazon çatalının titreştirici uçlarındaki bobinlerdir. Gümüş renkli diskse, pildir.
Bir elektronik kol saatinin mekanizması. (sağda altta) Saatin hassaslığı, diyapazonun rezonans frekansına dayanır. Elektromagnetik bobinlerden biri, iki parçaya bölünmüştür. Bir parçası, algılama bobini görevi yapar. Diyapazona bağlı kafanın hareketi, direnç-kondansatör devresi kanalıyla bir transistörü harekete geçirir; böylece, diyapazona tan zamanında sinyal veren gerilimi indükler.





dan sonra yapıldı.

İlk elektrikli kol saatlerinde, motor olarak, bir rakkas çarkı ile bir zemberek (Bk. KOL SAATİ [mekanik]) kullanıldı. Mekanik kol saatlerinde rakkas, büyük zemberek tarafından eşapman yoluyla hareket ettirilir. Oysa, elektrikli saatlerde, hareket ettirici güç, rakkas çarkı üstüne tutturulmuş bir elektrik bobininden gelir. Rakkasın her titreşiminde bu bobine kısa bir süre için gelen enerji, rakkası, yanına yerleştirilmiş kalıcı mıknatıstan uzaklaştırır. Devre akımı, rakkas çarkı ekseninin yanına tutturulmuş pime takılan hafif bir yayın temasıyla sağlanır ve kesilir. Saatin yelkovan ve akrebi, çarka uyarlanmış maşalı eşapmanlarla döndürülür.

Bu düzenlemenin daha sonraki çeşitlerinde, kontaktör yerine, bir elektronik anahtar sistemi kullanılmıştır. Rakkasın üstündeki bobin, kalıcı mıknatısın üstünden geçerken bobinde küçük bir akım indükler. İndüklenen akım, bir TRANSİSTÖR'ü harekete geçirir. Transistörlü devre, rakkas çarkını harekete geçirmek için akım gönderen bir anahtarı çalıştırır. Günümüzde birçok üretici, bu tür kol saatleri üretmektedir.

Diyapazonlu kol saatleri: Rakkas çarklı normal kol saatiyle elde edilebilen en iyi hassaslık, günde 3 ya da 4 saniye dolayındadır (nitelikli İsviçre kronometresi, günde ortalama 4 saniyelik sapma yapar). Bu nedenle, 1950 yıllarında rakkas çarkı yerine diyapazonlar denenmeye başlanmış ve ilk başarılı diyapazonlu kol saatleri, 1960'larda üretilmiştir.

Diyapazonun üstünlüğü, titreşme frekansının çok hassas olmasıdır. Bu frekans, zaman ölçütü olarak kullanılabilir. Tek sorun, titreşimi sürdürmek ve titreşimin çok küçük genliğini kullanarak, saatin akrep ve yelkovanını hareket ettirmektir. Diyapazonun titreşimini sağlamak için, elektronik rakkas çarklı saatlerdekine benzer türde, transistör anahtarıyla denetlenen elektromagnetik bir sinyal sistemi kullanılır. Diyapazon çatalının iki ucuna, koni biçimli mıknatıslar yerleştirilir. Mıknatıslar, hareketsiz bobinlerin içine doğru titreşebilir. Bobinlerden birinin küçük bir bölümü, *faz algılama bobini* olarak kullanılır. Çatalın her salınımı sırasında mıknatıs, faz algılama bobinine yaklaşarak, transistör anahtar devresini harekete geçirecek küçük bir gerilim indükler. Bu gerilim, diyapazon çatalındaki mıknatısları birbirinden ayırarak, ana *tahrik bobinleri*ne akım sinyalleri gönderir. Bobin, çatalın uçlarını içeri doğru iterek, titreşmelerini sağlar. Salınım, ilk diyapazonlu saatlerde saniyede 360 kez yineleniyordu. Sonraki saatlerdeyse, daha yüksek frekanslı diyapazonlar kullanılmıştır.

Hareketsiz parçalardan oluşan kuvars saatleri için sayısal göstergeler uygundur. Resimde (solda üstte) saat devresi açık olduğu için, ışık salan 4 diyodun 8 888 yazdığı görülmektedir.

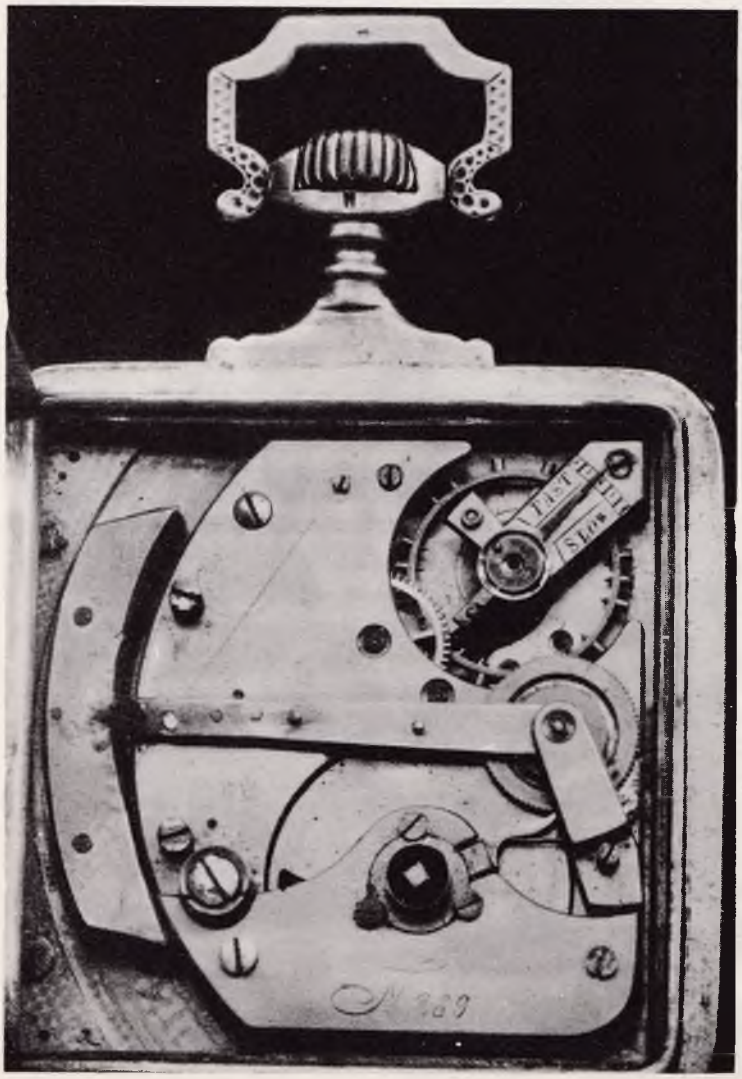
Yalın bir elektrikli kol saati, bir mekanik saatin içini andırır. Resimde (solda altta) rakkas çarkı, bir elektromıknatıs tarafından hareket ettirilmektedir.

KOL SAATİ (mekanik)

Saatin akrep ve yelkovanı, bir *indeks çarkı*ndan alınan hareketle döndürülür. Bu çark, diyapazonun yakınına yerleştirilmiş, 300 dişi bulunan küçük bir dişlidir. Diyapazonun kollarından birinin ucuna, ucunda küçük bir taş bulunan düz bir yay takılmıştır. Taş, indeks çarkının dişine geçer ve diyapazonun her tam salınımı için, çarkı bir diş ilerletir. Böylece indeks çarkı, tam salınımı, bir saniyenin biraz altında tamamlar. Diyapazon saatinin hassaslığı günde 2 saniye dolayındadır. Hem bu nedenle, hem de küçüklüğü nedeniyle, uydularda ve uzay araçlarında yaygın olarak kullanılmıştır.

Kuvars kol saatleri: Mikroelektronik alanındaki ilerlemeler, *kuvars kol saatleri*nin geliştirilmesini sağlamıştır. Bunlar, temelde, daha önce üretilen büyük KUVARS SAATİ'ne benzer. İki türe ayrılırlar. Birinci türde, küçük bir motoru çalıştıracak olan alternatif akım, kuvars osilatöründen sağlanır. Bu motor, hız düşürücü dişliler aracılığıyla akrep ve yelkovanı döndürür. İkinci türdeyse, hiç bir hareketli parça yoktur. Bu saatte ya SIVI BİLLURLAR'dan oluşan bir gösterge ya da ışık salıcı DİYOT kullanılır. Sıvı billur gösterge, yansıyan ışıktan yararlandığından, karanlıkta görülemez, ama çok az güç tüketir. Işık salıcı diyotlu göstergeyse, kendi ışığını kendisi üretir ve sıvı billurlara oranla daha çok güç tüketir. Diyotlu göstergeli kol saatleri, sayıları kısa bir süre için aydınlatıp, başka zamanlarda ekranın karanlık kalmasını sağlayan bir düğmeyle donatılmıştır.

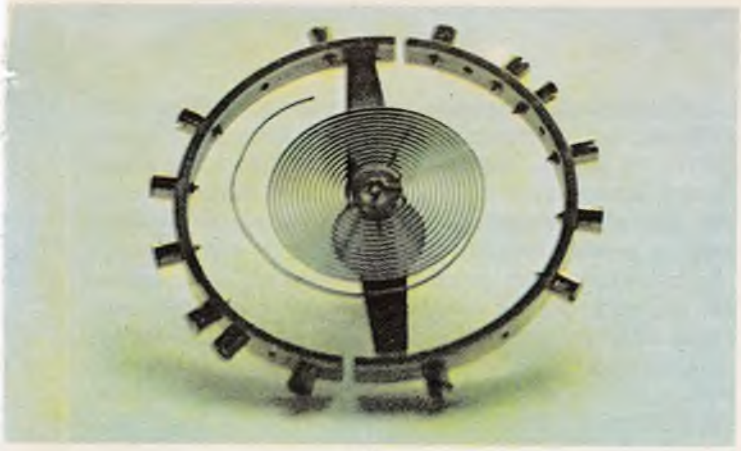
Son yıllarda, *güneş enerjisi*yle çalışan saatler de geliştirilmiştir. Bu saatlerin üst yüzüne, bataryaları doldurmak için ışık toplayan iki küçük güneş pili yerleştirilmiştir. Tam olarak dolmuş bataryalar, saatin en az 6 ay tam karanlıkta çalışmasını sağlar. Işık salıcı diyotlu göstergeleri bulunan saatler, dakikaları, saniyeleri, günü ve ayı gösterdiği gibi, 2100 yılına kadar her ayın uzunluğunu ve artık yılları göz önüne alacak biçimde programlanmıştır. Bu tür kol saatlerinde, belirli aralıklarla değiştirilmesi gereken sıradan piller kullanılmadığı için, hareketli parçalar, darbeyi önleyen bir jelle doldurulmuş sızdırmaz bir kap içine yerleştirilebilir. Zaman ayarı, kapsül içine gömülmüş anahtarları harekete geçiren, kapsülün dışına tutturulmuş mıknatıslarla yapılır.



KOL SAATİ (mekanik)

Zemberekli saatlerin tarihi, günümüzden 500 yıl önceye uzanır. Bu süre içinde, aşağı yukarı kusursuz bir mekanik araç niteliği kazanan saatin hassaslığını, son yıllarda önce KUVARS SAATİ, daha sonra da ATOM SAATİ geride bırakmıştır. Günde 24 saat, yılda 365 gün sürekli çalışan başka hiç bir mekanik sistem yoktur. Saatin günde 20 saniye hata yaptığı kabul edilse bile, bu hata oranı, yalnızca % 0,023'tür. Bu ölçüde hassaslığa, ancak sert hareket ve çarpmalarla karşılaşmayan bilimsel aygıtlarda raslanabilir.

Parçaları: Mekanik saatin birkaç önemli bölümü vardır. *Zemberek, zemberek yuvası*nın içinde yeralan, sarmal biçimli çelik bir yaydır. Saati çalıştıran gücü

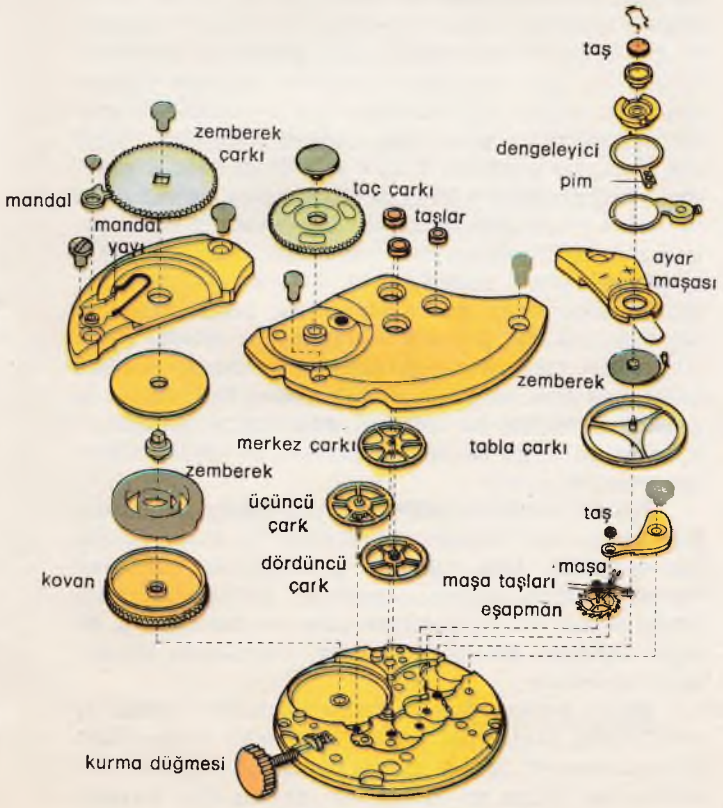


Sıcaklık değişmelerinden etkilenmeyen bir zemberek. (üstte)

Mekanik yönden yetkin sayılabilecek zemberekli saat. (solda üstte) Saat yapımcılarının ne kadar hassas çalıştıklarını göstermek için bir örnek vermek gerekirse, saatlerde kullanılan çok küçük vidaların bir santimetresinde, 125 diş bulunduğunu söylemek yeterlidir. Bu vidaların çapı da 0,3 mm kadardır.

İlk otomatik cep saatlerinden biri. (solda altta) Hareketli ağırlık resmin solunda görülmektedir. Resmin sağına doğru uzanan kol, enerjiyi zembereğe iletir.

Bir taşlı saatin hareketli parçaları. (altta) Yapay yakuttan oluşan taşlar, önemli noktalarda aşınmayı ortadan kaldırmak için kullanılır.



zemberek sağlar. Bu güç, bir dizi dişliyle, hareketi *tabla çarkına* aktaran *eşapmana* (mandal çarkına) iletilir. Çalışmayı denetleyen parça, tabla çarkıdır. Bu çark, belirli bir hızla iki yönde de dönerek, duvar ve masa saatindeki SARKAÇ'ın görevini yerine getirir.

Gelişmesi: Sarmal yaylar, taşınabilir saatlerde güç kaynağı olarak ilk kez XV. yüzyılda kullanıldı. Nürnberg'de başlatıldığı sanılan bu uygulamadan sonra, XVI. yüzyılda saatlerin boyutu küçüldü ve domuz kılı kullanılarak, gerçek anlamda taşınabilir saatler yapıldı. Bu saatlerde, söz konusu dönemin saatlerinde kullanılan *folyo* rakkası yerine, *eşikli* eşapman ve yalın bir tabla çarkı vardı. Tabla zembereğinin ilkel biçimi olan domuz kılı, salınım hareketinin (tabla çarkının ileri geri hareketi) genliğini sınırlayacak biçimde yerleştirilmiş bir ya da iki kıldan oluşurdu.

Çoğunlukla süslü koruyucular içine yerleştirilen bu ilk saatler, zamanı gösteren aygıtlar olmaktan çok, pahalı oyuncaklardı. Hata oranları günde 15 dakika dolayındaydı. Ayrıca, o dönemin saatlerinde yalnızca akrep bulunurdu (yelkovan, ancak XVII. yüzyılın sonlarında kullanılmaya başlanmıştır).

1675-1800 yılları arasında, duvar ve masa saatinde olduğu kadar, kol saati yapımında da büyük gelişmeler gözlendi. İlkel saatler, günde 2 saniyeden çok hata yapmayan duyarlı kronometrelere (XVII. — XIX. yüzyıllarda, yalnızca denizcilikte navigasyon amacıyla kullanılan çok duyarlı aygıtlara «kronometre» adı veriliyordu) dönüştü. Sonradan, bunların cepte taşınan modelleri yapıldı. İlkel saatte ilk gelişme, 1658'de İngiliz bilim adamı Robert HOOKE'un tabla zembereğinin kullanılmasıyla başladı. Aynı yüzyıl içinde HUYGENS ile Abbé Hauteville, zembereği geliştirerek, 5-10 sarımdan oluşan, çok ince bir çelik sarmal haline getirdiler. Sarmalın ortada kalan ucu, tabla çarkına, dıştaki ucuysa, maşaya (tabla çarkının üst yatağını tutan sökülebilir bir köprü) bağlanırdı. Tabla zembereği, dönüş hareketine bağlı olarak sıkışıp gevşeyerek, saniyede beş kez hareket doğrultusunu değiştirirdi. Her hareketin ya da «salınımın» süresi, tabla zembereğinin kuvvetine ve tabla çarkının ağırlığına bağlıydı.

Çok geçmeden, tabla çarkının, serbestçe döndüğünde çok duyarlı bir zaman denetim aracı olduğu anlaşıldı. Ama bunun için, eşapmanın, çarkın hareketini olabildiğince az etkilemesi gerekliydi. Eski eşapmanın yerini, 1725'te George Graham tarafından geliştirilen silindir biçimli eşapman aldı (bu konudaki ilk deneyleri XVII. yüzyılın sonlarında Tompion ile Booth yapmışlardı). Graham'ın eşapmanı, tabla çarkının çok daha rahat dönmesine olanak sağlamasına karşılık, sürtünmeyi tam olarak gideremedi. Bu yöntemle çalışan bir saat, günde 2-3 dakika hata yapıyordu.

1759'da Thomas Mudge'ın, kollu eşapmanı bulmasıyla önemli bir adım atıldı. Bu sistemde tabla, ilk hareketi aldıktan sonra, başka bir parçadan etkilenmeden serbestçe dönmekteydi. Günümüzün bütün nitelikli «taşlı» saatlerinde de, birkaç küçük gelişme dışında, aynı düzenekten yararlanılmaktadır.

Sıcaklıktan etkilenmenin giderilmesi: XVIII. yüzyılda saat yapımcılarının karşılaştıkları en önemli sorunlardan biri, sıcaklık farklarından doğan hatalardı. Çelik yaylar, düşük sıcaklıklarda sertleşip, yüksek sıcaklıkta yumuşadıkları için, günde, her derece farkı için 8 saniyelik hata ortaya çıkıyordu. Denizcilikte navigasyon güçlükleri giderilemediğinden, her yıl, binlerce tonluk yüke varan zararla karşılaşılıyordu. Bu sorunun kısa sürede ortadan kaldırılması ve hassas navigasyon araçlarının yapılması gerekmekteydi.

John Harrison (1693-1776), uzun deniz yolculuklarından etkilenmeyen bir dizi deniz kronometresi yaptı. Harrison bu işi, *dengeleme şeridi* kullanarak başarmıştı. Düzenek, gerçekte bir *bimetal şerit*ten oluşuyordu. Çelik ile pirincin birleştirilmesiyle ortaya çıkan bu şeritte, iki metalin sıcaklığa bağlı olarak uzayıp kısalma hızları farklı olduğundan, sıcaklığın etkisi ortadan kalkıyordu. Modern saatlerde zemberek, sıcaklık değişmelerinden etkilenmeyen alaşımlardan yapılır.

Öteki gelişmeler: Saatlerde taş yataklar, XVIII. yüzyıldan bu yana kullanılmaktadır. Eskiden, gerçek yakutlardan yapılan bu yataklar, son 70-80 yıldır yapay yakutlardan yapılmaktadır. Yakutları delme yöntemi bulunmadan önce, çok çabuk aşınan pirinç yataklar kullanılırdı. Daha sonra tabla, eşapman ve çarklarda da taştan yataklar kullanmak gelenek halini aldı. Modern «taşlı» saatlerde, bütün önemli sürtünme noktalarını aşınmaya karşı koruyan, yaklaşık 17 taş bulunur.

Birinci Dünya savaşından sonra geliştirilen seri üretim yöntemleri, özellikle İsviçre'de saat pazarında yeni bir çığır açtı. Böylece küçük, hassas ve güvenilir saatler geliştirilerek, günden güne artan kol saati istemi karşılandı. Zamanla «otomatik» kol saatleri de üretildi: Hareketli parçaların arkasına, merkezden kaçık biçimde yerleştirilen bir rotor, kolun hareketiyle ileri geri sallanır ve bu enerji, dişliler aracılığıyla saati kurmaya harcanır.

XVIII. yüzyılın sonlarında Perrelet, Breguet, vb. tarafından da benzer yöntemlerin kullanılmasına karşılık, ilk otomatik kol saati patentini, 1923 yılında John Harwood aldı. 1930'da aynı ilkeyi benimseyen İsviçre şirketleri, İkinci Dünya savaşından sonra birçok başarılı otomatik saat geliştirdiler. Otomatik saatler, kurulma zorunluğunu ortadan kaldırma rahatlığının yanı sıra, aşağı yukarı her zaman tam anlamıyla kurulu durumlarını korudukları için, eşapmana daha düzgün güç iletilir ve daha hassas olurlar.

KOMPRESÖR

Sıkıştırılmış havanın enerji kaynağı olarak kullanılması, ilk çağlarda, ilkel insanların alevlendirmek için ateşe üfledikleri tarihlere dayanır. Sağlıklı bir yetişkin, 0,02 — 0,08 bar kadar bir basınçta, dakikada 100 litre hava üfleyebilir.

Eski Mısırlılar, İ.Ö. 1500 yıllarında, metal erittikleri fırınların sıcaklığını artırmak için, hayvanların işkembelerinden yapılmış hava püskürtme tulumları kullanırlardı. Sonradan körüğe dönüşen bu aygıt, XVII. ve XVIII. yüzyıllara kadar, başlıca hava sıkıştırma aracı olarak varlığını korudu. O tarihten sonra, endüstri alanındaki gelişmelere uygun yeni düzenekler yapıldı. Bunlar, TÜNEL YAPIMI, hava basınçlı iletim sistemleri, yolcu taşıyan ASANSÖR'ler ve seri üretimde tezgâh kumandası gibi çeşitli yerlerde kullanıldı. İlk kompresör, kas gücüyle çalıştırılıyordu. Sıkıştırılmış hava, elde edildikten sonra güç kaynağı olarak depolanabilir; ama önce, kompresörü çalıştıracak bir enerji kaynağı, yani BİRİNCİL İŞ MAKİNALARI'ndan biri gerekir. Bu güç kaynağı, su enerjisi, gaz, elektrik, benzin ya da dizel motoru, hattâ bir gaz türbini olabilir.

Kompresörlerin birçok türü vardır; ama bunların en yalın örneği olarak bisiklet pompası gösterilebilir. Pompanın ileri geri hareket eden pistonu, köseleden yapılmış bir supap biçimindedir. Piston, elle çalışır ve gövdeyi oluşturan silindirin içinde hareket eder. Piston geriye doğru çekildiği zaman yanından geçen hava, normal basınçta silindirin içine dolar. Piston kolu ileri itilince, silindirdeki havanın direnci, kösele pistonu gerer ve hava, dışarı sızmadan sıkışır. Silindirin içindeki basınç yeterli düzeye ulaşınca, silindirin ucundaki tek yönlü supap açılır ve hava, şişirilecek lastiğe dolar.

Pistonlu kompresör: Elektrik motoruyla çalışan pistonlu kompresörler, endüstride en çok kullanılan kompresör türüdür. Belirli bir yere kurulan ya da inşaatlarda ve yol yapımında kullanılacak biçimde araba üstüne takılan pistonlu kompresörler, benzin ya da dizel motoruyla çalışır. Kompresörün önemli parçaları, gövde, krank mili, piston kolu, piston ve silindirdir. Emme ve egzoz supapları, silindirin üstünde yeralır. 5-6 bar'a kadar olan basınçlar için tek kademeli modeller yeterlidir, ama daha yüksek basınçlara ulaşmak için, iki kademeli (alçak ve yüksek basınç kademeli) kompresörler kullanılır. Alçak basınç silindirinde atmosfer basıncındaki hava, kompresörün çıkış basıncının kare köküne eşit bir basınç değerine kadar sıkıştırılır. İkinci kademedeyse, daha da sıkışarak, çıkış değerine ulaşır. Bu oranlarda güç gereksinmesi en alt değerindedir. Sıkışma sonunda, ısı ortaya çıkar. Yağlamayı etkileyebilecek sıcaklık sorununu ortadan kaldırmak için, alçak ve yüksek basınç kademelerinin arasına genellikle bir soğutma düzeneği yerleştirilir. Bu amaçla, su ya da hava soğutmalı ısı değiştiricisinden yararlanılabilir.

İÇTEN YANMALI MOTOR'larda olduğu gibi, kompresörlerde de, silindirlerin dizilişi ve düzenlenmesi çok çeşitlidir. Ama çoğunda, *art soğutucu* türünden bir ek soğutma kademesi bulunur. Soğutma, aygıtın büyüklüğüne ve özelliklerine göre ya havayla ya da suyla sağlanır. Sıkıştırılmış hava, çoğunlukla bir depoda biriktirilir.

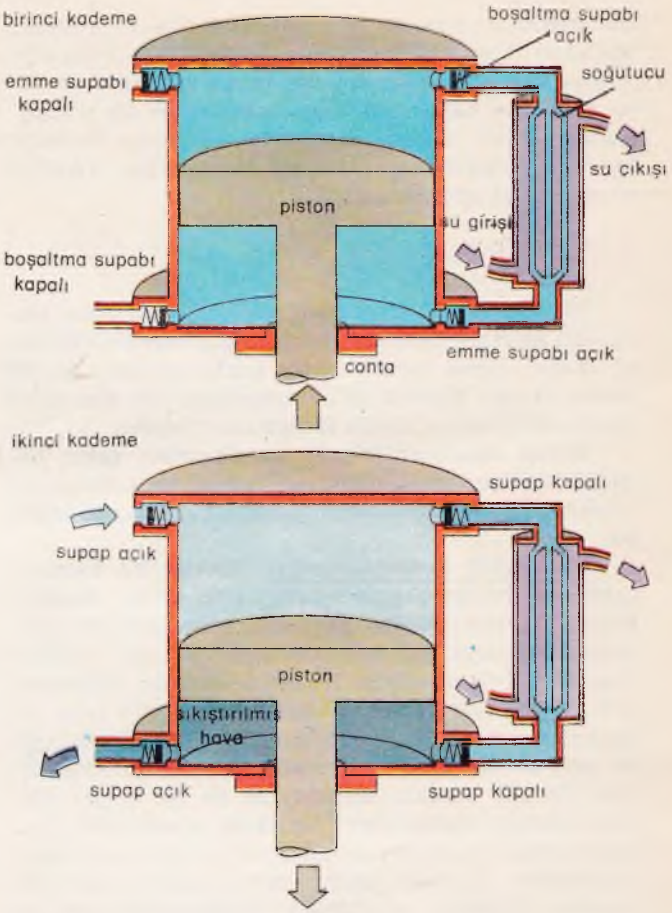
Dönel kompresörler: Kompresörlerin, dönme ilkesine göre çalışan iki önemli türü daha vardır. *Burgulu kompresör*, içi içe girmiş durumda, birbirine dokunmadan dönen ve havayı bir yandan alıp, sarmal-

ların dönmesiyle sıkıştıran iki sarmal çiftinden oluşur. Bu modeller, hem küçük, hem de yüksek hızlarda çalışmaya elverişli olduklarından, yüksek hava debisi gerektiren durumlarda kullanılırlar.

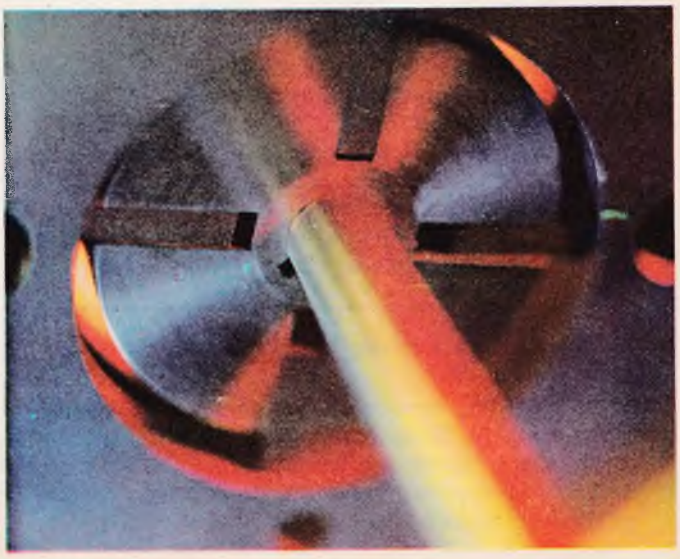
*Paletli kompresör*ün de birçok modeli vardır. Bunların çoğunda, bir silindirin içine merkezden kaçık biçimde yerleştirilen ve üstünde çapsal yönde hareket edebilir paletler bulunan bir rotor vardır. Rotor döndüğü zaman paletler, merkezkaç kuvvetin etkisiyle dışarı doğru kayarak, silindir ile palet arasından hava sızmasını engeller. Rotor merkezden kaçık olduğundan, silindir çeperi ile rotor arasındaki uzaklığın en büyük olduğu bölgede, paletlerin arasına giren hava, dönme işlemi sırasında sıkışarak, silindirin basınç bölmesine iletilir.

5 bar basınca kadar tek kademeli yapılan paletli kompresörlerin, bundan daha büyük basınç değerleri için iki ya da daha çok kademeli yapılması gerekir. Dengeli olmakla birlikte alçak basınçlara daha uygun olan paletli kompresörler, tükettikleri enerji bakımından, pistonlu kompresörlerden daha düşük verimlidirler.

Kullanım alanları: Kompresörlerin kullanım alanı çok geniştir. Taşınmayan kompresörler, küçük aletleri çalıştıran ya da lastik şişiren aygıtlarda, havalı matkaplarda, otomobil boyama sistemlerinde, pnöma-



İki kademeli pistonlu kompresör. (üstte) Emme anında, silindirin birine gaz dolarken, ikincisi sıkıştırma kademesindedir. Soğutma, iki kademe arasında gazın, bir silindirden öbürüne, bir su gömleğinden geçerek gitmesiyle sağlanır.
Aerostyle marka paletli kompresörün rotoru ve kanatları. Resimde (altta) rotorun merkezden kaçık konumu ve çapsal yönde ileri geri hareket ederek silindirin duvarını izleyen paletler görülmektedir.



Sıfırın altındaki sıcaklıklarda denenen Broom Wade V Compact kompresörü. (altta) Bu model çok geniş sıcaklık sınırları arasında (—20°C ile 55°C sıcaklıklar arasında) çalışacak biçimde yapılmıştır.

tik preslerde, bira ve sıvı pompalarında ve gelişmiş tezgâhların basınçlı kumanda sistemlerinde kullanılır. Taşınabilen kompresörlere ise, beton kırmakta ve kaya delmekte kullanılan hava tabancaları ile pompalarda raslanır. Sıkıştırılmış hava, enerjinin güvenilir bir türü olduğundan, patlayıcı gaz bulunan yerlerde ve su altında güvenle kullanılabilir.

KONDANSATÖR

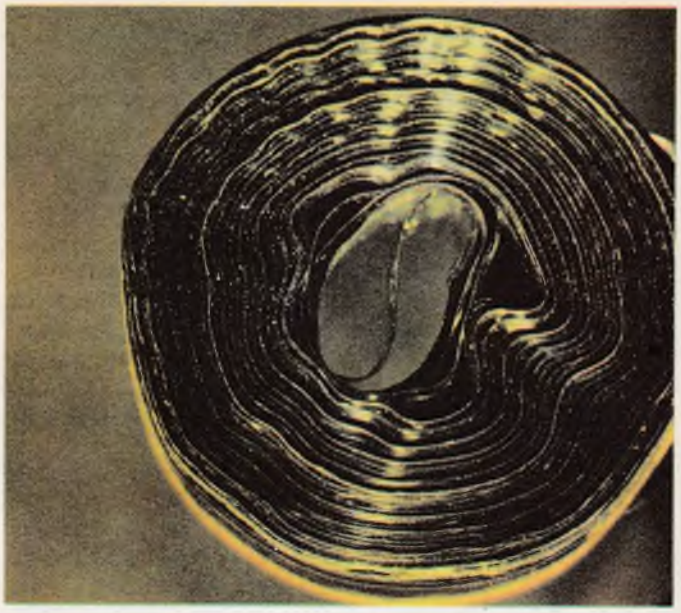
Elektronik aygıtlarda çok geniş bir kullanım alanı olan kondansatörlerin (ya da kapasitörlerin) iki türü vardır: Sabit; ayarlı. Sabit kondansatörler de, iki gruba ayrılır: Elektrolizli; elektrolizsiz. Üretilen sabit kondansatör sayısı, ayarlı türden çok fazladır.

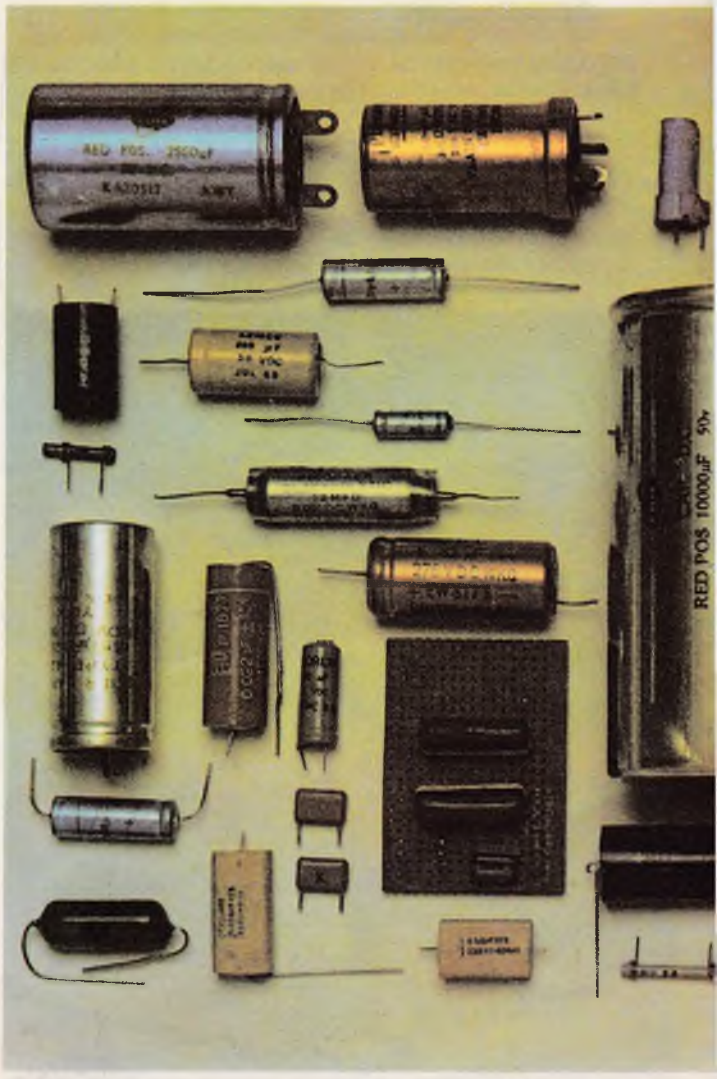
Bütün kondansatörlerin, yapılarından gelen İNDÜKTANS'ları ve DİRENÇ'leri vardır. Bu istenmeyen nitelikler, kondansatörlerin kullanım alanlarını sınırlar.

Elektrolizli kondansatörler: Elektrolizli kondansatörlerin hacim başına sığaları (Bk. SIĞA, ELEKTRİKSEL), elektrolizsiz kondansatörlerinkinden yüksektir. Bunlarda, iki levha birbirinden, 200 — 10 000 angström (milimetrenin 200 000'de biri ile milimetrenin 1000'de biri arasında) kalınlığında, çok ince yalıtkanlarla («dielektrik»de denir) ayrılır. Dielektrik, bir sıvıdan (elektrolit) elektrik akımı geçirilerek, ELEKTROLİZ yoluyla, alüminyum ya da tantal plakası üstünde oluşturulmuş bir oksit tabakasıdır. Kondansatörün içi sıvıyla doludur ve kondansatör çalıştığı sürece, elektroliz işlemi sürer. Tantal ya da alüminyum plakalar, elektrolizli kondansatörlerde artı plaka (anot) olarak kullanılır. Yükseltgeme işlemine de bazen *anodik yükseltgeme* denir. Eksi plaka (katot) genellikle bakırdır. Elektrolit elektriği iyi iletti-ğinden, gerçek yalıtkan, oksit tabakasıdır. Oksit tabakasında küçük bir kusur varsa, akımın doğru yönde olması halinde (tersi kondansatörün bozulmasına yolaçar), burada bir akım kaçağı oluşur ve kusur kendiliğinden onarılır.

Kondansatör üreticileri, özel elektrolit karışımları hazırlarlar. Ama genellikle, ya sülfürik asit gibi asitler ya da glikol borat tuz çözeltileri kullanılır.

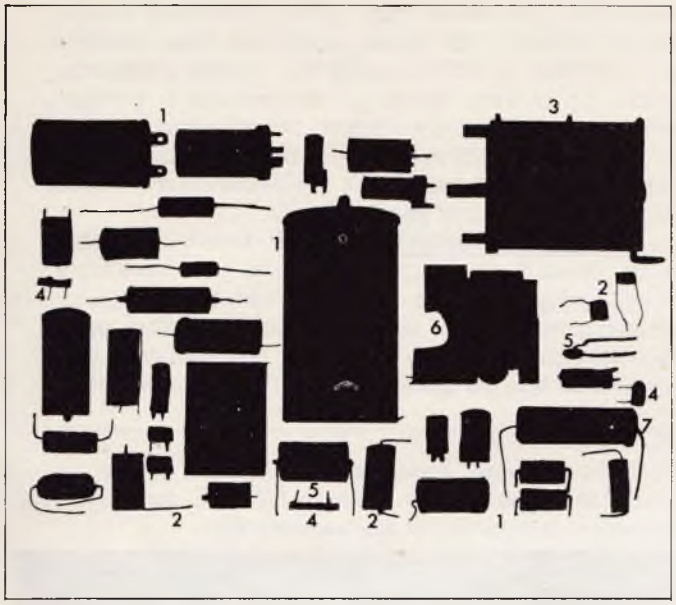
Alüminyum elektrolizli kondansatörler, metal folyo şeritlerden oluşur. Alüminyum şerit anot, bakır şeritse katot görevi yapar. Bu şeritler arasına elektrolit emdirilmiş gözenekli kağıt yerleştirilir ve şeritler rulo halinde sarılır. Alüminyum folyolar önceden asitle yer yer aşındırılır. Böylece, başlangıçtaki alan, en az 50 kat artırılmış olur. Folyoya, elektrik iletmek için alüminyum şeritler kaynaklanır. Şeritlerin sayısı, folyo-

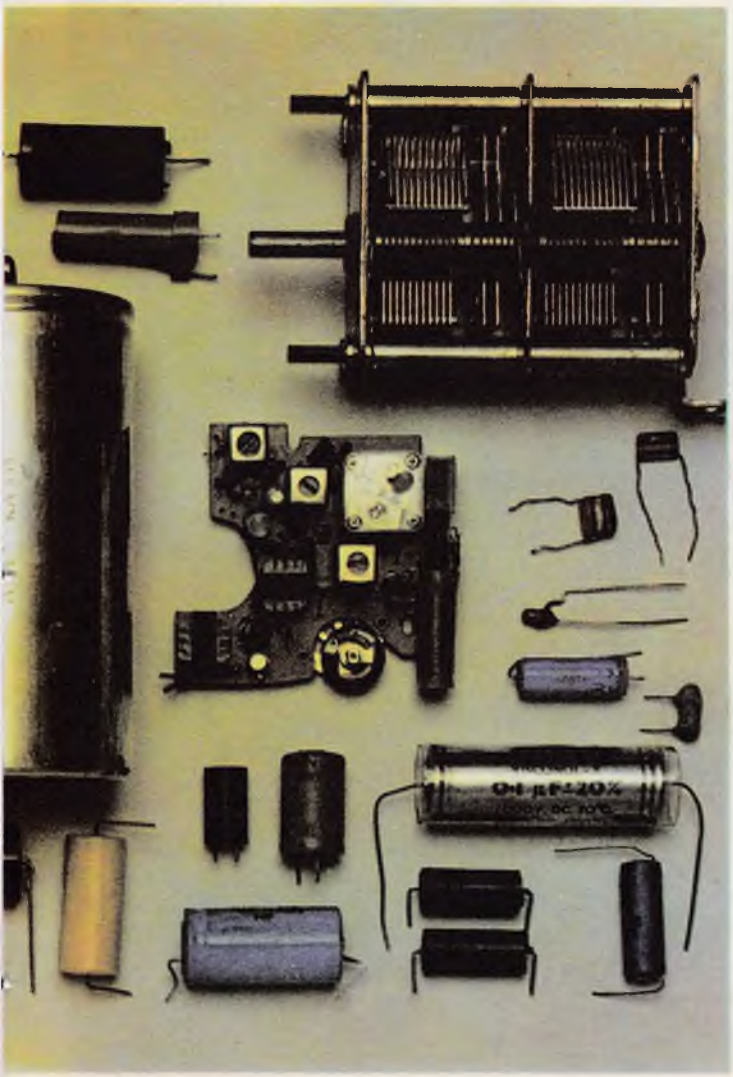




Rulo biçiminde sarılmış bir kondansatörün enine kesiti. (sağda üstte)

Değişik türden kondansatörler ile bir transistörlü radyo şasisi. (sağda altta) Resmin sağ üst köşesinde, plastik kaplı ayarlı ton kondansatörü görülmektedir. Öteki kondansatörler, seramik (açık kahverengi) ya da elektrolizlidir (gri).





nun uzunluğuna bağlıdır Bakırdan yapılan anot şerit de aşındırılır ve arada çok ince bir oksit tabakası oluşturularak, büyük bir sığa sağlanır. İki şerit seri olarak bağlandığından, toplam sığayı, anodun sığası belirler.

Hem aşındırılmış, hem de aşındırılmamış şeritler kullanılarak, şerit türü tantal kondansatörler de üretilmektedir. Ama, katı tantal kondansatörler daha çok kullanılmaktadır. Tantal tozu bir fırında sinterlenerek, gözenekli bir silindir ya da disk haline getirilir. Bu gözenekli cisim, elektrolit içinde anot görevi yapar, anot yükseltgemesiyle de tantal oksit oluşturularak, dielektrik tabaka sağlanır. Katot, sıvı ya da katı bir elektrolit olabilir. Katı elektrot, gözenekli anodun manganez nitrata batırılıp bir fırında ısıtılmasıyla katı bir manganez oksit tabakasının oluşturulması yoluyla elde edilir. Bu işlem, yeterli kalınlık ve düşük bir direnç elde edilinceye kadar yinelenir. Manganez oksit tabakasının metal kılıfla bağlantısını sağlamak için, kondansatör, bir lehim banyosuna daldırılır.

Tantal kondansatörler üstündeki oksit tabakası çok dayanıklıdır. Uzun süre bozulmaz. Bu nedenle, bu tür kondansatörler, askeri amaçlar ve haberleşme uygulamaları için çok uygundur.

Elektrolizsiz kondansatörler: Elektrolizsiz kondansatörlerden yalnızca kağıt, film, mika ve seramik olanlar önemlidir. Eskiden kullanılan cam türler gibi, bazı seramik türlerin ve mikanın ortadan kalkacağı, hattâ mika ve kağıt kondansatörlerin yerine bile film kondansatörlerin kullanılacağı sanılmaktadır.

Mika, bir doğal dielektriktir. Geçirme özelliği çok düşük, yani direnci yüksektir. Kondansatörler, ya mika üstüne kaplanmış gümüşten ya da mika tabakaları arasına teneke folyolar yerleştirme yoluyla oluşturulur. Bu kondansatörler, yüksek gerilimde kullanıldıkları gibi, radyo yayını türünden yüksek frekans uygulamalarında da kullanılırlar.

Seramik dielektriklerin kimyasal yapıları denetlenebildiğinden, çok değişik özellikler taşıyan çeşitli türleri yapılabilir. Elde edilebilen yüksek dielektrik sabitler, hacim başına yüksek sığa sağlar; ama, bunlar genellikle düşük gerilimde kullanılır. Yüksek frekanslara uygun en yaygın kondansatör türü, içi ve dışı plaka halinde metal elektrotlarla kaplı seramik tüplerdir. En çok kullanılan seramik kondansatörler, değişik oranlarda titanyum oksit ve magnezyum ortotitanat içeren rutil türdendir ve bunlarda sığa sıcaklık katsayısı (yani sıcaklık değişikliğine karşılık

---

Soldaki resimde görülen çeşitli kondansatörlerin, numaralanmış çizimi (solda üstte). — 1. Elektrolizli kondansatör. — 2. Elektrolizsiz kondansatör (bazıları renk kodludur ve bir devre plakası üstünde görülmektedir). — 3. Ton kondansatörü (ayarlı hava aralıklı tür). — 4. Seramik kondansatör. — 5. Katı tantal kondansatör. — 6. Transistörlü radyo şasisi. — 7. Elektrolizsiz kağıt folyo kondansatör.

gelen sığa değişikliği) denetlenebilir. Bu tür kondansatörler, karşılıklı yüzeylerinde metal elektrotlar bulunan ufak dikdörtgen seramik parçalardan oluşur.

Kağıt ve *film* kondansatörler, dielektrik ve metal elektrotlara, benzer bir teknikle silindir biçimi verilmesiyle yapılır. Metal elektrotlar, alüminyum ya da teneke folyolardan yapılır. Bazen de kağıt ya da film üstünde, vakumda kaplama yoluyla alüminyum ya da çinko tabakası oluşturulur.

Dielektrik olarak kağıt kullanıldığında, elektrik boşalımına yolaçmaksızın yüksek gerilimde çalışmayı sağlamak için, kağıt, havayı uzaklaştıracak bir yağa batırılır. Bazen kağıt ve film birlikte kullanılır. Metal kaplı filmli kondansatörlere yağ emdirilmez. Buna karşılık, bazı kağıtsız film-folyo kondansatörlere de emdirme yapılır.

Kağıt ve film kondansatörlerin uygulama alanı oldukça geniştir. Gelecekte film kondansatörlerin, kağıt türlerinin yerini alması beklenmektedir. En çok kullanılan film, metal kaplı olarak kullanılan polietilen tereftalattır. Bu madde, geniş bir sığa alanında ve —55°C'tan +125°C'a kadar bir sıcaklık aralığında, uygun bir çalışma koşulu sağlar. Polistiren, polikarbonat ve polisülfon gibi filmler, yalnızca özel alanlarda kullanılır. Polipropilen, hem metal kaplı, hem de yağ emdirilmemiş kağıt türü kondansatörlerin yerini alacak bir film olarak görülmektedir.

Ayarlı kondansatörler: Ayarlı kondansatörlerde bazen seramik yalıtkanlar kullanılır, ama dielektrik olarak, genellikle hava ya da boşluktan yararlanılır. Bu kondansatörler iki ana grupta toplanır: *Ton; ayar.* Ton kondansatörlerine, radyoların ton ayarında kullanıldıkları için bu ad verilmiştir. Bu kondansatörler-

Katı sinter tantal kondansatörler. (altta) Optik girişimde farklı renkler verecek biçimde, farklı kalınlıkta dielektriklerle kaplanmışlardır.

de iki plaka dizisi vardır. Dizilerden biri, seramik yalıtkanlarla çerçeveye tutturulmuştur. Öteki plakalar, bir mil aracılığıyla, hareketsiz plakaların aralarına girip çıkabilir.

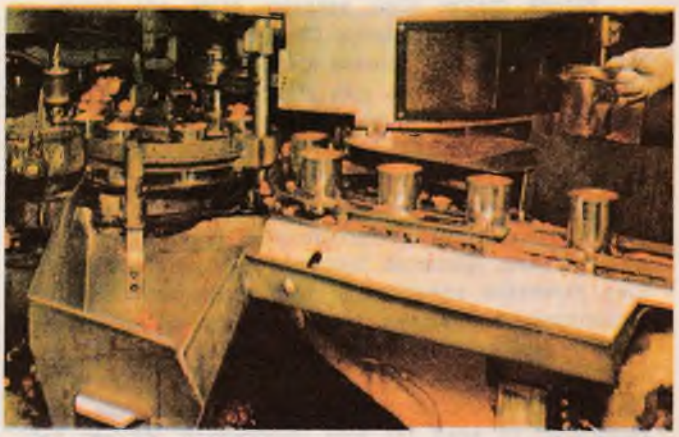
Ayar kondansatörleri, plastik filmle birbirinden ayrılan düz metal yapraklardan yapılır. Bu yapraklar, birbirlerine doğru bir vidayla yaklaştırılıp uzaklaştırılabilirler. Ayar kondansatörlerinin ton kondansatörlerine göre daha dar bir ayar aralığı vardır. Bu nedenle, çok hassas ayara gereksinim duyulduğunda kullanılırlar.

Kondansatör yapımında pek çok değişkenin göz önüne alınması gerekir. Bunların başlıcaları şunlardır: Sığa; en üst gerilim; kaçak akımlar; yalıtkanlık direnci (ve bunların toleransı ile duyarlığı); boyutlar; fiyat; sıcaklık aralığı; sığa sıcaklık katsayısı; nem etkisi; güvenilirlik; uçların ve kılıfın tipi. Özel bir siparişte, söz konusu özelliklerin kesinlikle belirtilmesi gerekir.

KONJONKTÖR Bk. GERİLİM DÜZENLEYİCİ VE KESİCİ

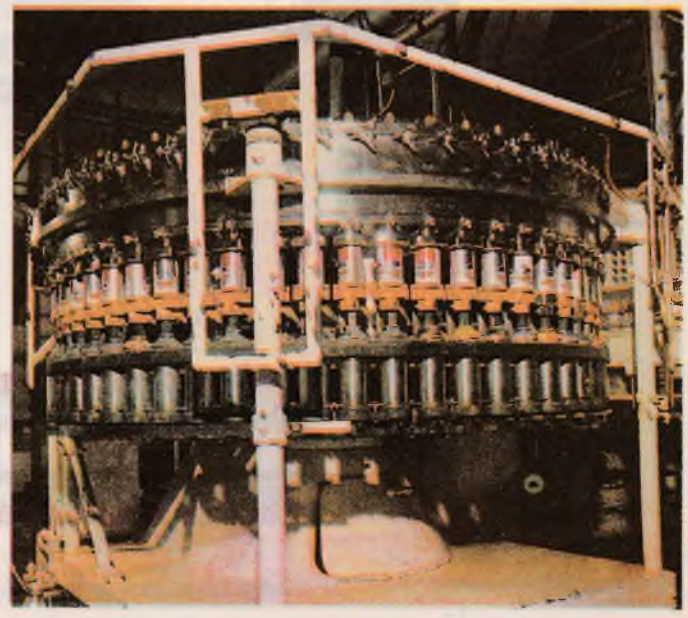
KONSERVELEME

Konserveleme, yiyecekleri, hava geçirmez kaplara koyup işleyerek, oda sıcaklığında yıllarca saklanabilecek hale getirme işlemidir. XIX. yüzyıl başlarında yaşamış olan Nicolas Appert, «konserveciliğin kurucusu» diye bilinir. Ne var ki, Appert'in geliştirdiği yön-



Bir otomatik çilek konserveleme makinası. (üstteki resimler) Kutulara ağzına kadar meyve konduktan sonra şurup doldurulur. Ama kutu, tüketiciye geldiğinde, şurup oranı daha çok gibi görünür. Bunun nedeni, meyvenin çok miktarda su içermesidir. Bu su, «osmoz» (geçişme) adı verilen doğal bir olay nedeniyle yavaş yavaş şuruba geçer. Sonuçta meyve fire verir (eksilir), şurup miktarıysa artar. Bazı durumlarda bu oran % 50'ye kadar çıkabilir. Konserve fabrikasında, paketlenmek için yürüyen bant üstünde ilerleyen meşrubat kutuları. (altta)

Bu makina, dakikada 500 kutu kapaklar. (altta) Meşrubatın üstünde bırakılan boşluk, havadaki bakterileri yok eden karbon dioksit gazıyla doldurulur.



temin yiyeceklerin bozulmasını nasıl önlediği, ancak 40 yıl sonra, Pasteur'ün, bozulma ile mikroorganizmalar arasındaki ilişkiyi göstermesiyle açıklığa kavuşmuştur.

Mikroorganizmalar (bakteriler, mayalar ve küfler) bütün doğal yiyeceklerde, havada, suda ve toprakta bulunan küçük ve yalın canlılardır. Bunların etkin biçimde üreyen (bitkisel) türlerinin oldukça düşük (80°C dolayında) sıcaklıkta kolayca ölmelerine karşılık, bazı bakteri türleri, çok daha yüksek sıcaklıklara dayanıklı olan *spor*lar oluştururlar.

Birçok meyve türü, sebzeler, etler, süt, balık ve özel ürünler (çorba, pişmiş fasulye gibi) konservelenmektedir. Tehlikeli sporlar asitli ortamda gelişemezler. Bu yüzden, meyve gibi yiyeceklerin düşük sıcaklıklarda (100°C) işlenmesi yeterli olur. Daha az asitli yiyeceklerinse, daha yüksek sıcaklıklarda (116°C ya da daha yüksek) işlem görmesi gerekir.

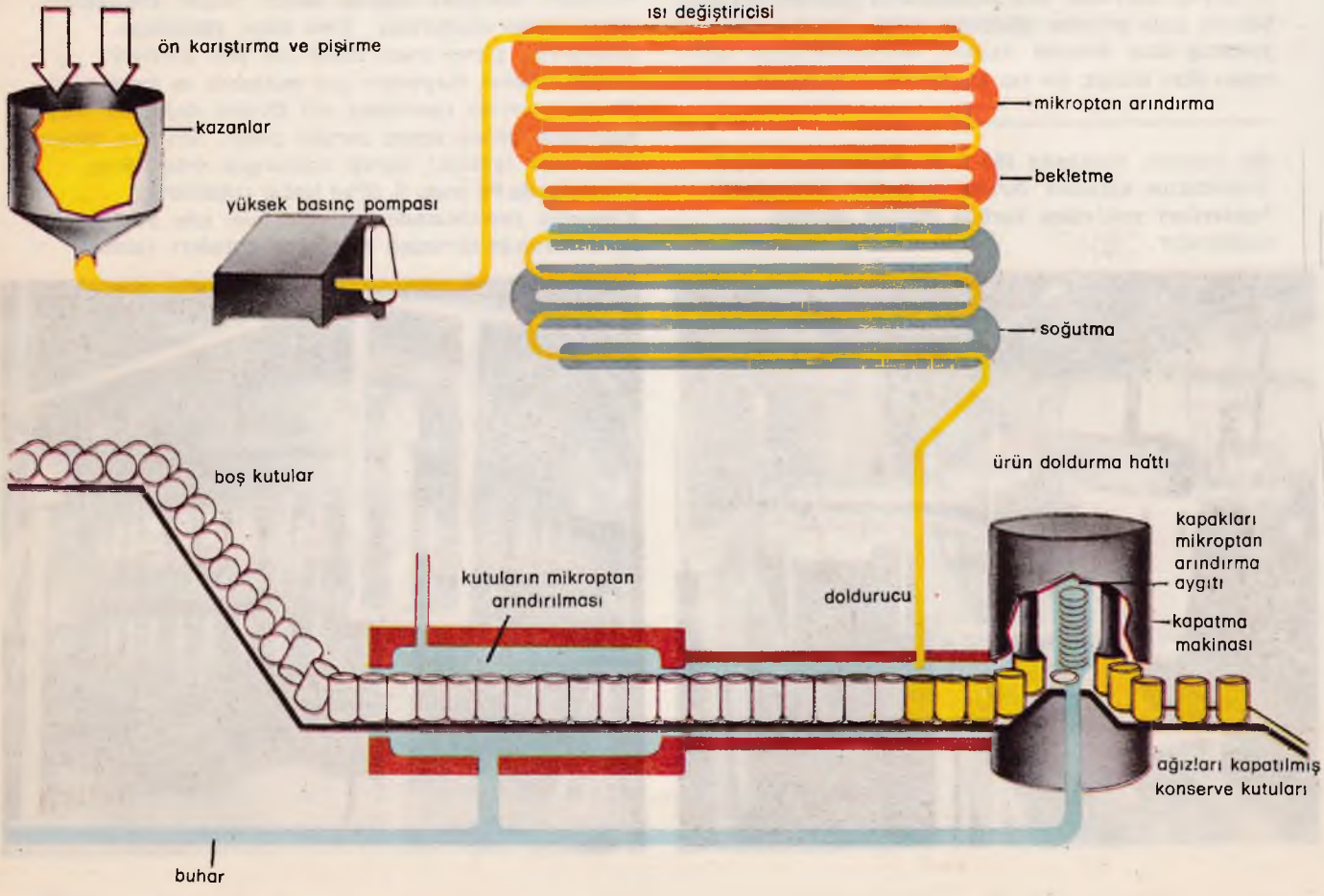
Konserveleme işlemleri: Konserve fabrikalarında birçok işlem otomatikleştirilmiştir. Kullanılan makinaların türü, işlenecek hammaddeye göre değişir. Amaç, yiyeceğin, yenebilecek bölümünün temizlenip paketlenmesidir. Sebzelerin ayıklanması ve etlerin kesilmesi gibi işlemler, evlerdeki yemek hazırlıklarına benzer.

82°C — 100°C'ta yapılan kısa bir ön ısıtma, renk bozulması ve kötü tat gibi istenmeyen etkilere yolaçan enzimlerin öldürülmesi açısından çok önemlidir. Aynı zamanda, ürünün havasının çıkmasına da yarar. Hazırlanıp denetimden geçirilmiş malzeme, önceden yıkanmış kutulara elle ya da otomatik olarak doldurulur. Çok aşamalı işlemde, önce katılar doldurulur. Sonra, üst kesimde fazla basıncı önleyecek 6 mm kadar bir *boşluk* kalıncaya kadar, şurup ya da sos (salça) eklenir.

Kutulardaki hava boşluğu, temelde, *sıcak doldurma*yla sağlanır; ama kutuları sıcak sudan ya da buhar tünelinden geçirmeyle de tamamlanabilir. Isınan kutunun üst kesiminde buhar oluşur. Kutu, kapak yerleştirildikten sonra soğutulunca, buhar, bir hava boşluğu yaratarak yoğunlaşır. Bu yöntem yerine, kapak kapatılmadan önce kutunun üstünden buhar geçirme ya da kapağın vakum odasında kapatılması tekniklerinden de yararlanılabilir. Vakum yaratma işlemi, «*hava giderme*» diye tanımlanır.

İşleme: Kutular, yiyecek içinde üreyebilecek bü-

Aseptik konserveleme işlemi. (altta) Bu tür konserveleme, ya sıvı ya da dar borulardan geçebilecek kadar ince yiyecekler için uygundur. Yiyecek pişirilir, mikroptan arındırılır ve boru sisteminde soğutulur. Ardından, kutulara doldurulur ve mikroptan arındırılmış ortamda kutular kapatılır.



tün zararlı mikroorganizmaları yok edecek biçimde işlemden geçirilir. Önce, kutuların dizildiği kasalar, evde kullanılan DÜDÜKLÜ TENCERE'ye benzeyen büyük kazanlara doldurulur. Kazanın kapağı sıkıca kapatılır ve içindeki hava, bir çıkış borusundan, içeri buhar verilerek, dışarı atılır. Hava boşalınca, çıkış borusu da kapatılır. Kazanın basıncı artırılarak, belirli bir sıcaklığa kadar ısıtılır. Gerekli süre tamamlanınca kutular, klorlu suyla soğutulur. Kazanlardaki işlem, meyveler (asitli besinler) için 100°C, düşük asitli ürünler içinse 130°C'a kadar ısıtmayla yapılır. Dakikada 2 000 kutu işleme kapasiteli *sürekli pişirici*ler, 130°C'a kadar sıcaklıkta çalışabilirler. Bu makinalarda kutular, mekanik girişlerle basınç odasına aktarılır. *Hidrostatik pişirici*lerde buhar basıncı, valflarla değil, yüksek su sütunlarıyla sağlanır.

Yeni gelişmeler: Serbestçe akabilen ürünler (tuzlu su içindeki sebzeler gibi), herhangi bir zarar görmeden, *alevli* ocaklarda kutuların çevrilmesiyle ısıtılabilir. Bu sistem, ısıtma sırasında ortaya çıkan yüksek iç basınca dayanabilecek sağlam kutular gerektirir.

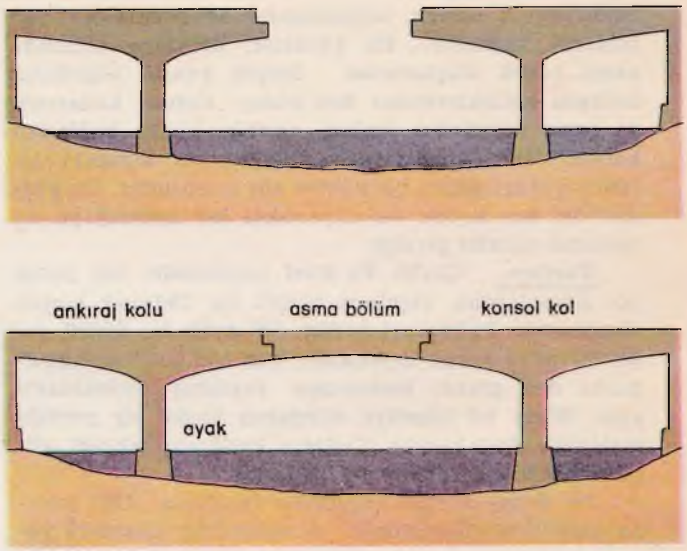
Aseptik konserveleme yönteminde ürün, ince tabakalar halinde ısıtılıp soğutulur. Geleneksel konservelemeye oranla, bu yöntemde yiyeceklerin mikroptan arındırılması, daha kısa sürede ve daha yüksek sıcaklıklarda (150°C'a kadar) gerçekleştirilebilir. Mikroptan arındırılmış yiyecekler, soğutulduktan sonra, gene mikroptan arındırılmış bir ortamda, önceden mikroptan arındırılmış kutulara doldurulurlar. Bu yöntem, yiyeceklerin, fazla pişme nedeniyle doğabilecek tat değişiklikleri ortaya çıkmadan konservelenmesini sağlar.

Plastik teknolojisindeki son gelişmeler, hava ve nemin girmesini önleyen alüminyum tabakayla kaplanmış plastik kapları kullanıma sokmuştur. Bu kaplar, yiyeceklerin mikroptan arındırılmasında gerekli olan yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır. En yaygın kullanılan türü, esnek torbalardır. Doldurmadan sonra iç plastik tabaka, eritilerek kapatılır ve kazanlarda işlem görür. Esnek torbalar, çeşitli ürünler için kullanılabilir.

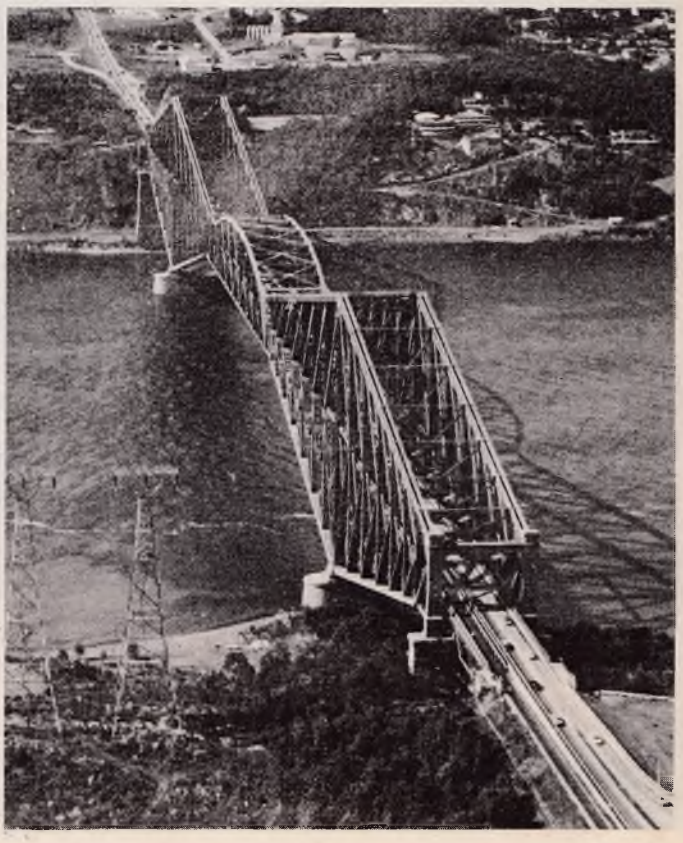
KONSOL KÖPRÜ

Konsol, dışa çıkıntı yapan bir kiriştir. Bu tekniğin köprü yapımına uygulanışının en güzel örnekleri, Tibet ya da Keşmir'de günümüzde hâlâ raslanan ahşap konsol köprülerde görülebilir. Suyun içinde, kıyıya yakın noktalarda birer payanda (sütun) bulunur. Bu payandalar, bir kare kesit içinde birbirlerinin üstüne çaprazlama istiflenmiş kaba kütüklerden yapılır. Sütunun yüksekliği arttıkça, akarsuyu enine kesen kütüklerin boyları büyütülür ve bir yandan kıyıya uzanırken, öte yandan da karşı kıyıdaki payandadan uzanan kütükleri karşılamaya yöneltilirler.

Kıyıya doğru uzanan iki kol, her türlü kaldırma kuvvetine dayanacak biçimde, kıyıdaki dayanaklara bağlanır. Ancak, suyun üstünden uzanan iki «konsol kol», uçları bitişene kadar uzatılabilir (ya da arala-



Konsol köprü parçalarının çizimi. (üstte) Konsol kollar, ayaklardan dışa doğru inşa edilir. Asma bölüm bunların arasına, ya kaldırılarak monte edilir ya da iki uçtan başlayarak araya inşa edilir. Herhangi bir yük, üst yüzeyde çekme gerilmesi, alt yüzeydeyse basma gerilmesi yaratacaktır. St. Lawrence ırmağına karışan Chaudière ırmağı üstündeki Quebec köprüsü. (altta) Bu köprüde 192 m uzunluğunda, 5 000 ton ağırlığındaki bir asma bölümü taşıyan iki konsol kol vardır. Köprü, yapım sırasında çökmüştü.



rında kalan boşluk, boylamasına ağaç kütükleri yatırılarak kapatılır). Bu kütükler, konsollar arasında asma köprü oluştururlar. Birçok konsol köprünün belirgin özelliklerinden biri budur. Konsol kollarının ve asma köprünün toplam ağırlığı, kıyıya bağlanan kolların ağırlığından fazla olduğundan, kıyıdaki uçlarda, yukarı doğru bir kuvvet söz konusudur. Bu yüzden de, her kıyıda ve dayanakta bir ankıraj ya da bağlama sistemi gerekir.

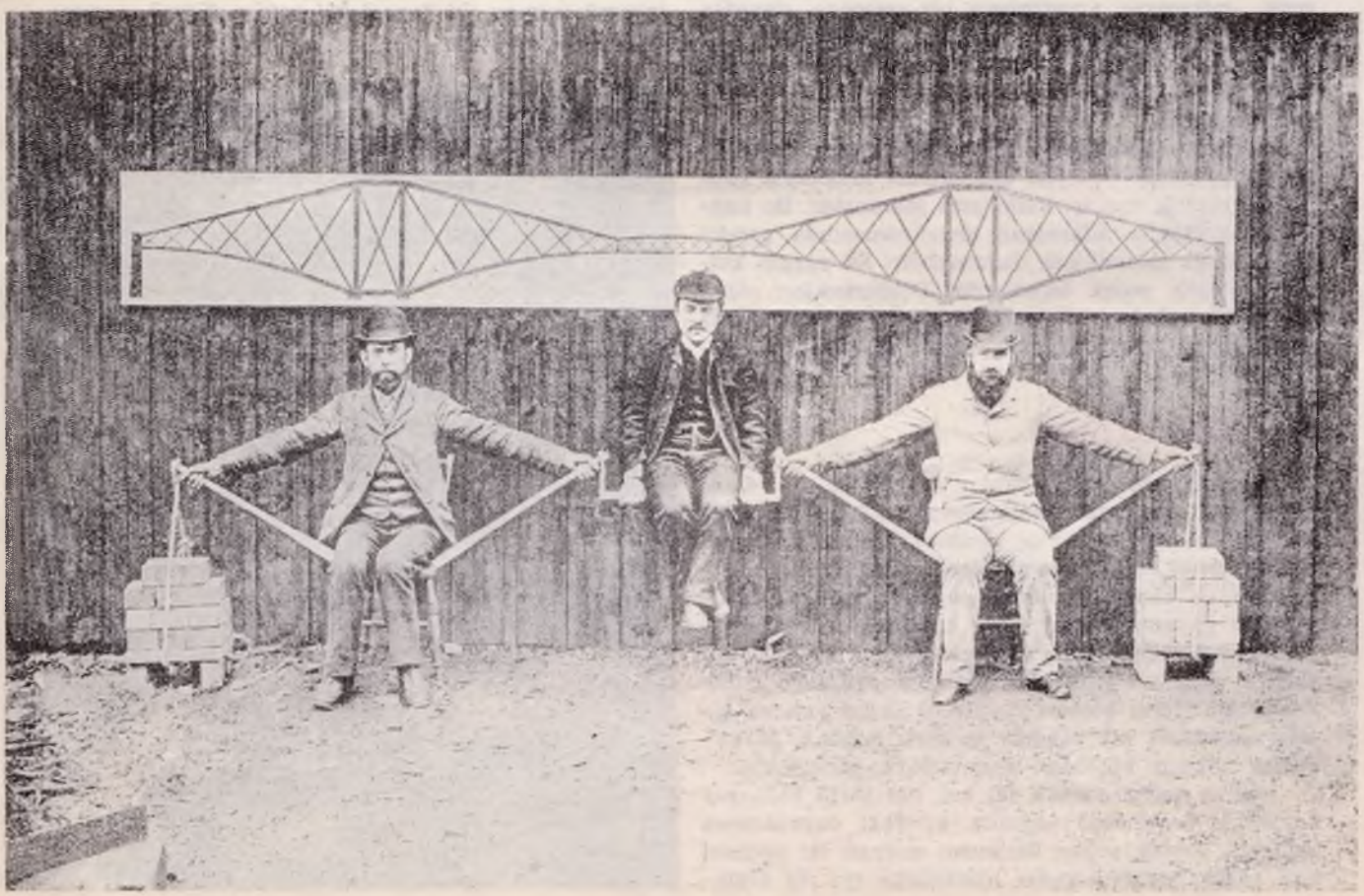
Tarihçe: Çin'in Fu-kien eyaletinde, tek parça taş sütunlardan yapılmış büyük bir Ortaçağ konsol köprüsünün kalıntıları vardır. 335 m'lik bu köprü, yer yer 21 m'ye varan açıklıkları, her biri 200 ton ağırlığında dev granit bloklardan yapılmış elemanlarla aşar. Böyle bir köprüye dünyanın başka bir yerinde raslamak olanaksızdır. Taşların kullanılış tekniği, günümüzde bile çözülememiş bir gizdir.

İlk demir konsol köprünün yapılması, 1867 yılında gerçekleştirilebilmiştir: Almanya'nın Hassfurt yöresindeki Main ırmağı üstündeki köprü. 1889 yılında, Pakistan'ın Sukkur kentinde, İndus ırmağı üstüne yapılan ilgi çekici bir konsol köprü, ayakları arasındaki uzaklığın 240 m'yi bulmasıyla dünyanın en geniş konsol köprüsü olmuş, ama bu rekor, bir yıl sonra, Benjamin Baker'in Güney Queensferry'de (İskoçya) inşa ettiği, ayaklar arası uzaklığı 521 m olan, çift açıklıklı ünlü Forth demiryolu köprüsü tarafından kırılmıştır.

Forth köprüsünün taşıyıcı ayakları, dev silindir biçimli, içi boş direklerdir. Bu direklerin boyu 90 m'yi aşar. Çaplarıysa, 3,7 m'dir. Forth köprüsünün yapımını izleyen 40 yıl boyunca, dünyanın en uzun köprüleri konsol köprüler oldu. Bu köprüler, demiryolu trafiğini taşıyacak kadar güçlüdür.

1909 yılında, New York'taki East ırmağı üstünde çelik konsollu Queensborough köprüsü yapıldı. Queensborough köprüsünün 360 m uzunluğunda iki ana açıklığı vardır. Bunu, 1918 yılında Kanada'daki St. Lawrence ırmağı üstüne kurulan Quebec köprüsü izledi. Quebec köprüsünün ayaklar arası uzaklığı 549 m'ye ulaşır. Bu köprü, yapımı sırasında iki büyük kazaya uğradı. İlk kazada, bağlantı levhalarının (kirişler üstündeki dikey levhalar) burkulması ve yapım sırasında gereğinden çok bağlantının açık bırakılması nedeniyle, köprünün yaklaşık 20 000 ton çelik kapsayan bütün güney yarısı olduğu gibi çöktü. İkinci kaza, 195 m uzunluğunda ve 5 000 ton ağırlığındaki asılı bölümünün yitirilmesiydi. Parça kurtarıldı; ama sudan çıkarılıp yerine takılırken çöktü.

Resimde (altta) Forth köprüsü konsol planının temel ilkeleri görülmektedir. İki konsol kol arasındaki «asma köprü» üstünde, yükü simgeleyen bir adam oturmaktadır. Kolların öteki uçları, ağırlıklarla dengelenmiştir.



Hollanda'nın güneyindeki Zeeland'da, iki adayı birleştiren Oosterschelde köprüsü. (üstte) Her biri 91 m'lik 48 gövde elemanından oluşan köprünün uzunluğu, 5 km'yi aşar. Köprünün yapısının aşağı yukarı bütünü, her biri 900 ton ağırlığındaki beton parçalardan oluşmaktadır.

Quebec köprüsünden sonra yapılan büyük konsol köprüler şunlardır: Kalküta'da Howrah köprüsü (1943); Mississippi üstündeki New Orleans köprüsü (1958); A.B.D'nde Chester'deki Delaware ırmağı köprüsü (1971). Bu köprülerin açıklığı sırasıyla, 457 m, 480 m ve 501 m'dir. Yeni Zelanda'da 1959 yılında açılışı yapılan Auckland köprüsü de, bir konsol köprüdür.

Ön gerilmeli beton bulunana kadar, konsol köprü yapımında beton aşağı yukarı hiç kullanılmadı. Aynı zamanda ekonomik olan ön gerilmeli beton özellikle İkinci Dünya savaşından sonra yaygınlaştı. O tarihten bu yana, uzunlukları 91 m'den 213 m'ye kadar değişen birçok ön gerilmeli beton köprü yapıldı. Bunlar arasında, 152 m uzunluğunda olan Medway köprüsü (İngiltere, 1963), 91'er m'lik 55 gövde elemanından oluşan Scheldt köprüsü (Hollanda, 1965), 208 m uzunluğunda olan Bendorf köprüsü (Koblenz, Batı Almanya, 1964) sayılabilir.

KONTAKT LENS Bk. TEMAS MERCEĞİ

KONTEYNER TAŞIMACILIĞI

Konteyner taşımacılığı, çok sayıda yükü, standart büyüklükte, sağlam ve yeniden kullanılabilen metal konteynerlere yükleyip istiflemek ve mühürlenen bu konteyneri, dünyanın çeşitli yerlerinde bulunan alıcılara iletmektir.

Konteynerler, 1965 yılında yaygınlaşmaya başladı. Bu yeni taşımacılık türünün gelişmesi için, konteyner yapımcılarının, gemi işletmelerinin, kara ve tren yolu taşıma şirketlerinin ve yöneticilerin işbirliği yapması gerekti. Sonuçta, konteynerlerin standart boyutları konusunda bir anlaşma yapıldı. Bütün taşıt araçları ve taşıma olanakları, bu standart konteynerlere uygun biçimde tasarlandı.

Alışılmış yöntemlerle deniz araçlarının yüklenme hızı, saatte 10 ton kadardır. Oysa konteynerlerle, 35 ton yük (bir konteynerin alacağı en büyük yük), on dakika içinde yüklenip istiflenebilir. Konteynerlerin başka üstünlükleri de vardır: İçlerindeki kargo kolayca çalınamaz; yük, varış noktasına, alışılmış yöntemle olduğundan çok daha iyi bir durumda varır; altta kalan yükler ezilmez; işçi, ambalaj ve sigorta giderleri azalır; gemilerin yüklenip boşaltılması çok daha çabuk gerçekleşir. Ambara istifleme yöntemiyle beş gün süren işlemler, konteyner kullanılarak, bir günden daha kısa zamanda tamamlanabilir. Ayrıca konteynerler, su geçirmez biçimde yapıldıklarından, ambarlara alınmaları gerekmez.

9 metrelik bir konteynerin taşınması. (altta) Bu boyuttaki konteynerler henüz tam anlamıyla standartlaşmamıştır. Konteynerlerin birçoğu, resimde görülenin tersine, üstten kaldırılır. Üst köşelerde, hidrolik döner kilitli düzeneklerin kenetlenmesini sağlama amacıyla standart delikler bulunur.

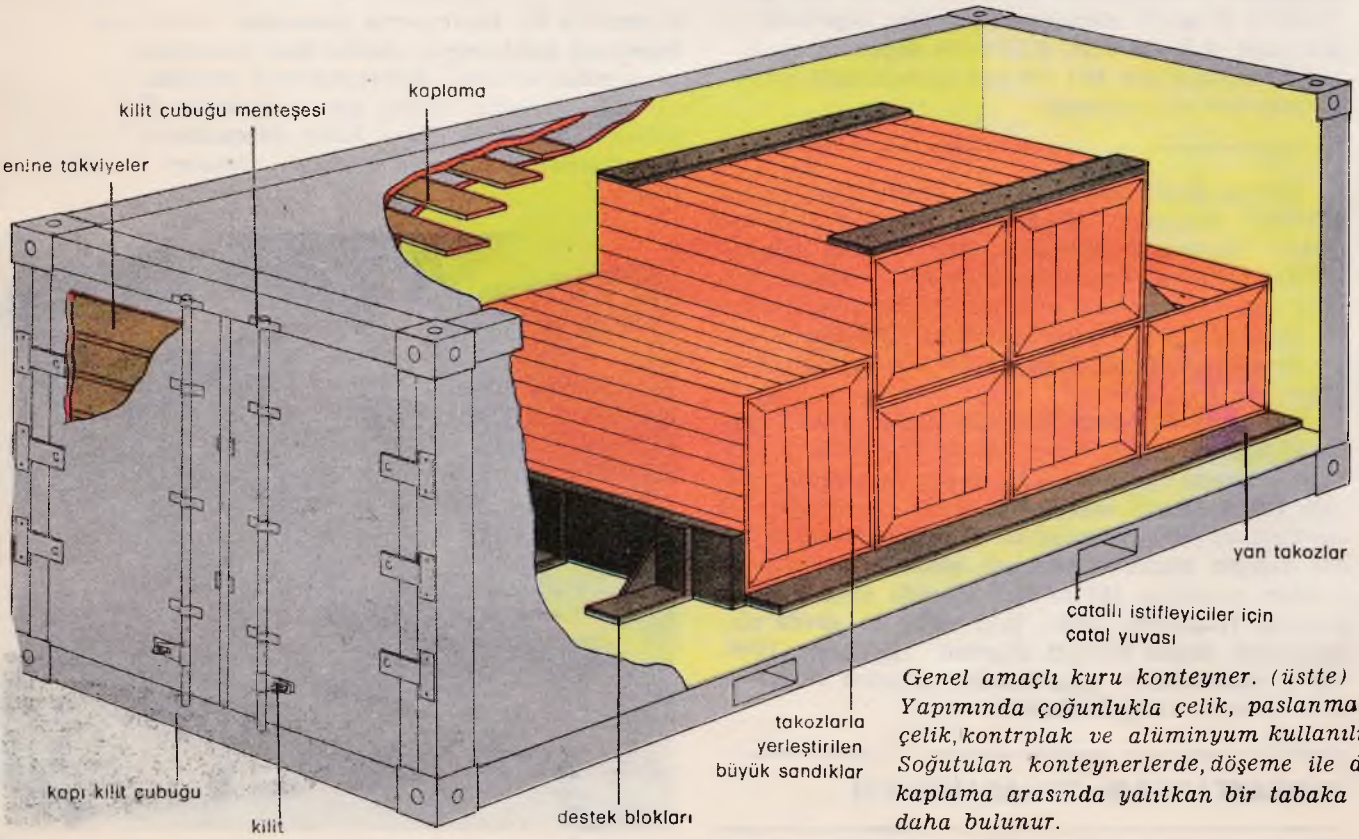
Konteyner: Standart konteynerler, 6 ya da 12 metre boyunda (sayıları az da olsa 9 m'lik konteynerler de vardır), 2,4 metre yüksekliğinde ve 2,4 metre genişliğindedir. Genellikle alüminyum levhalarla kaplı olan sağlam çelik çatının köşelerinde, güçlü taşıyıcı direkler bulunur. Taban, tahtadandır (tabanın ve kenarların kaplanmasında, çelik saç ve cam takviyeli epoksi reçineler de kullanılır). Üst köşelerde standart kaldırma bağlantıları yeralır. Konteynerler ayrıca, ısıtılabilir, havalandırılabilir ya da soğutulabilirler. Yükleme sırasında, konteynerin içindekilerin, sağa sola savrulmayacak biçimde istiflenmesi gerekir. Bu amaçla, katlanabilen ya da kenar, zemin ve tavan bölümüne takılan, file ve destek çubukları gibi sıkıştırma parçalarından yararlanılır.

Yüklü konteynerin en büyük ağırlığı, 6 ve 9 metrelik konteynerler için 25 ton, 12 metrelikler içinse 35 tondur. 12 metrelik konteynerin kendi ağırlığı, yaklaşık 5 ton kadardır.

Yükleme ve boşaltma: Konteynerler, genellikle el kumandalı arabalarla yüklenir; ama yüklemede, mekanik sistemlerden de yararlanılabilir. Mekanik yükleme sistemlerinin başlıcaları, pnömatik rulolu KONVEYÖR'ler ile konteynerin içine kadar girebilen ÇATALLI İSTİFLEYİCİ'lerdir. Konteyner, yüklemeden önce, kendisini taşıyacak olan aracın üstüne yerleştirilir. Bazen de, kendi üstünde yeralan düzenekle konteyneri 12 metre yükseğe kaldırabilen taşıyıcılar kullanmak daha uygun olur.

Konteyner taşımacılığında, değiş-tokuş yöntemi

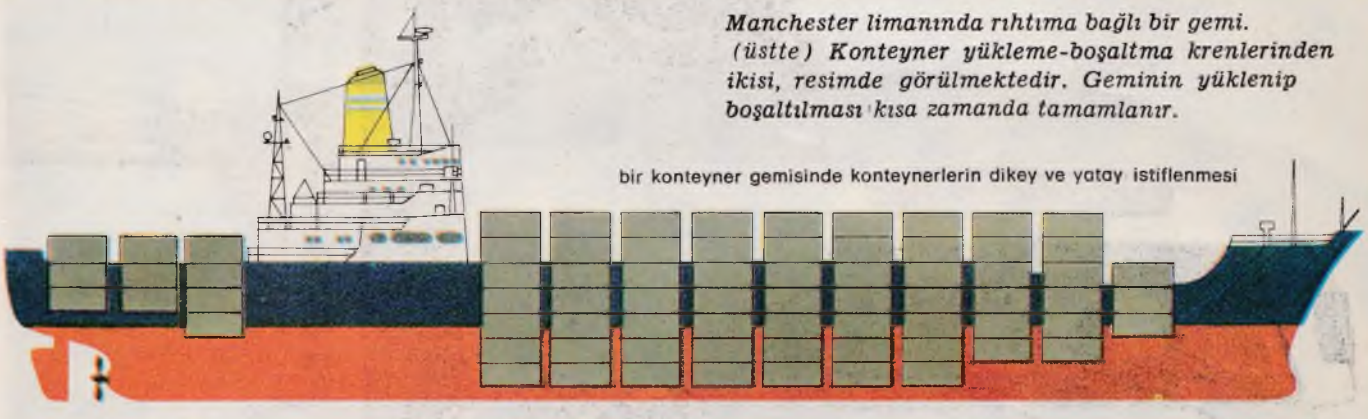
Londra'da konteyner yükleme. (üstte) Resimde krenin uzun rayları görülmektedir. Ön planda, güvertesinde konteynerler bulunan gemi yeralmakta, krense, bir aracın üstüne bir başka konteyner yerleştirmektedir.

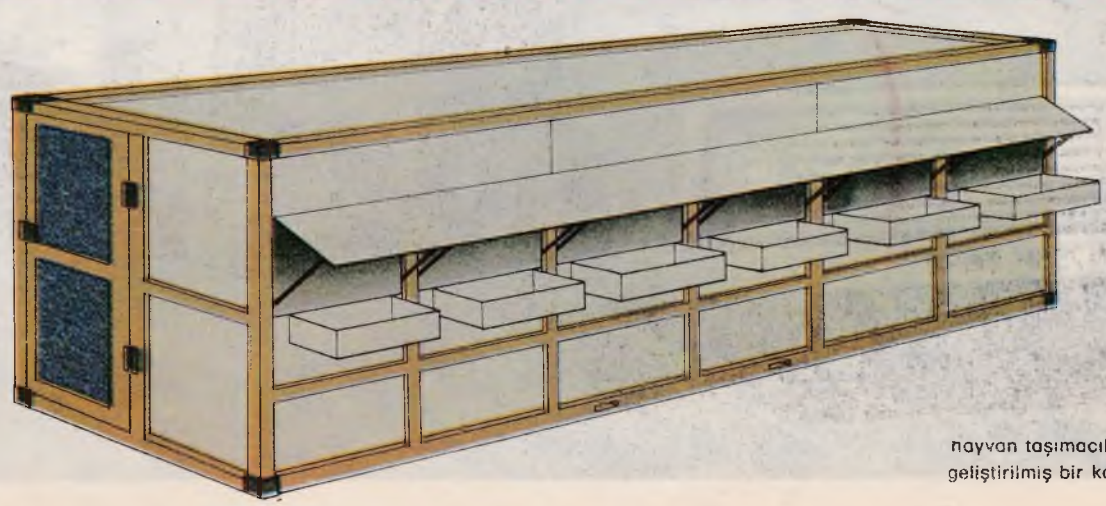


Genel amaçlı kuru konteyner. (üstte) Yapımında çoğunlukla çelik, paslanmaz çelik, kontrplak ve alüminyum kullanılır. Soğutulan konteynerlerde, döşeme ile dış kaplama arasında yalıtkan bir tabaka daha bulunur.

Manchester limanında rıhtıma bağlı bir gemi. (üstte) Konteyner yükleme-boşaltma krenlerinden ikisi, resimde görülmektedir. Geminin yüklenip boşaltılması kısa zamanda tamamlanır.

bir konteyner gemisinde konteynerlerin dikey ve yatay istiflenmesi





hayvan taşımacılığı için geliştirilmiş bir konteyner

de kullanılır. Bu yöntemde, konteynerin her köşesine sağlam bir ayak takılır ve konteyner bu ayaklar üstüne alındıktan sonra, taşıyıcı araç çıkıp gidebilir.

Konteyner limana vardığı zaman, taşıma gücü 40 ton olan *konteyner yükleme-boşaltma krenleri*, konteynerleri taşıma aracının üstünden kaldırıp, 36 metre boyundaki raylar aracılığıyla, doğruca gemiye iletirler.

Varış limanında konteynerlerin yerleştirilmesi ve bazen üç katlı diziler biçiminde olan konteyner istiflerinden alınıp kara ya da demiryolu taşıtlarına iletilmesi, yükleme-boşaltma krenlerine benzeyen ve taşıma gücü aynı olan, ama uzun rayları bulunmayan krenler yardımıyla gerçekleştirilir. Bu krenler genellikle raylar üstünde yeralır. Varış limanlarında yerleştirme için, konteynerleri üç kat yükseklikte istifleyebilen çatallı istifleyicilerden yararlanılır.

Bu türden konteyner taşıma araçlarının, 6, 9 ve 12 metrelik konteynerlere uygun teleskopik çerçeve düzenekleri vardır. Bu düzenekler, konteynerin köşelerindeki bağlantılara kilitlenecek biçimde tasarlanmıştır.

Konteyner taşımacılığı için özel olarak yapılmış

Serbest hareketli Goliath kreniyle kasasız treylerin üstüne bir konteynerin yerleştirilmesi. (altta) Konteynerin içinde bulunan yük, sıkıştırma düzenekleriyle oynamaz hale getirildiğinden, yükleme ve boşaltma sırasında zarar görmez.

gemilerin ambarlarında, üst üste altı, güvertelerindeyse, iki ya da üç kat konteyner yerleştirilmesine olanak veren bölmeler bulunur. Yan yana dizilen konteynerler, birbirlerine kilitlenirler.

Konteyner gemilerinin kapasitesi, «yirmi ayak eşdeğer birimi» (TEU) ile verilir. Buna göre 12 m (40 ayak) boyundaki konteyner, iki TEU demektir. 10 000 — 40 000 tonluk modern konteyner gemileri, 300-2000 TEU taşıyabilirler.

Dünyanın en önemli konteyner terminali olan Port Newark and Elizabeth'in (A.B.D.) yıllık konteyner yükleme ve boşaltma kapasitesi, 9 milyon tondur. Avrupa'daysa Rotterdam, 4 milyon tonu aşkın kapasiteyle başta gelir.

Manş Denizi gibi kısa yolculuklara çok uygun düşen bir başka konteyner taşıma sistemi, «Ro-Ro» adı verilen yükleme ve boşaltma yöntemidir. Bu sistemde, bir çekici tarafından gemiye yüklenen tekerlekli konteyner taşıyıcısı, varış limanında bir başka çekiciyle gemiden çıkarılır.

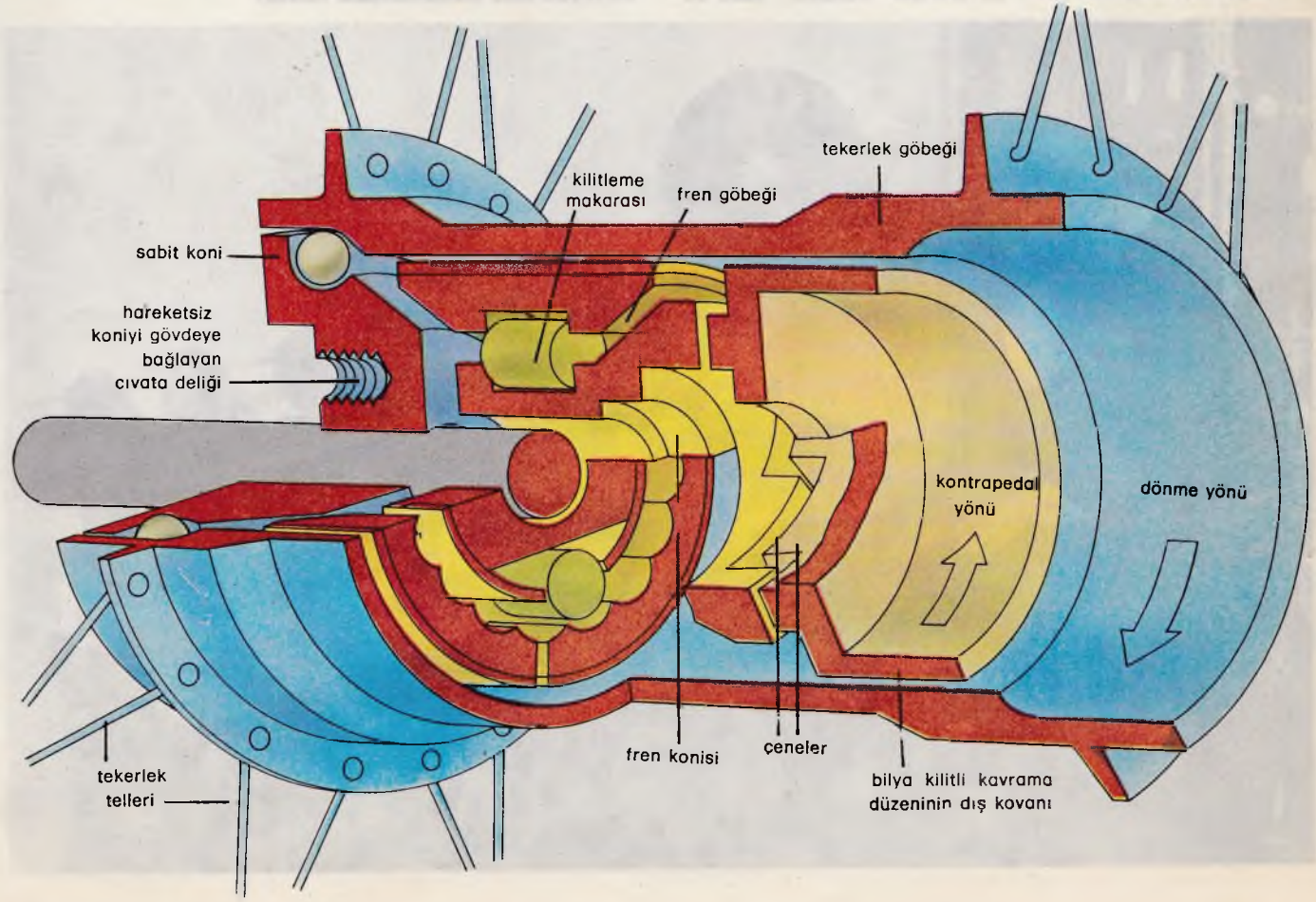
Hava konteynerciliği: Boeing 747, Douglas DC10 ve Lockheed L1011 gibi geniş gövdeli uçakların yapılmasından sonra, hava yoluyla konteyner taşımacılığı da gelişmiştir. Kara, deniz ve demir yollarından daha düşük kapasiteli olmakla birlikte, hava konteyner taşımacılığı da onlarla aynı üstünlükleri taşır.

KONTRAPEDAL FREN

Kontrapedal BİSİKLET freni, arka tekerlek göbeği içindedir. Bütünüyle koruyucu içinde bulunması, yağmur ve tozdan etkilenmemesini sağlar.

FREN göbeği, tekerlek göbeğinin içine monte edilmiş yarık bir silindirden oluşur. Silindir, iki uca gevşek olarak takılmış iki çelik koni arasındadır. Konilerden biri bisikletin gövdesine tutturulur, öteki de mil üstünde, BİLYA KİLİTLİ KAVRAMA'nın yanında yeralır. Fren çalıştırıldığı zaman, mil üstündeki koni, fren göbeğinin içine girer ve göbeği, hareketsiz koniye doğ-

Pedalı ters yönde çevirmek, bilya kilitli kavrama göbeğini (kahverengi) saat ibreleri yönünün tersine, tel mekanizmasının «çene»lerine doğru döndürür. Böylece, fren konisi (sarı) sola, hareketsiz koniye (mor) doğru zorlanır. Hareketsiz koni, bisiklet gövdesine tutturulmuştur. Bu nedenle, koniler arasındaki açıklık, fren kolunu (haki) dışarı, tekerlek göbeğinin iç yüzeyine (mavi) doğru iter. Fren göbeğinin dönmesi, kilitleme makaraları tarafından önlenir. Bu makaralar, hareketsiz koninin düz yüzeyleri ile fren göbeği içindeki dişler arasına sıkışarak, dönmeyi anında önler.



ru iter. Boylamasına yarık olan göbek, konilerin eğimli yüzleri tarafından açılmaya zorlanır ve tekerlek göbeği içinde genişleyerek, arka tekerleği kilitler. Hareketli koni, bisikletin arka zincir dişli düzeneğindeki bir telin yardımıyla fren göbeğinin içine yöneltilir. Pedal arkaya doğru basıldığında, zincirin ve telin saat ibrelerinin tersi yönünde hareket etmesi, koniyi, mil boyunca yürütüp fren göbeğinin içine taşır. Böylece, frenleme sağlanır.

KONTRPLAK Bk. TAHTA, YAPAY

KONUŞAN SAAT

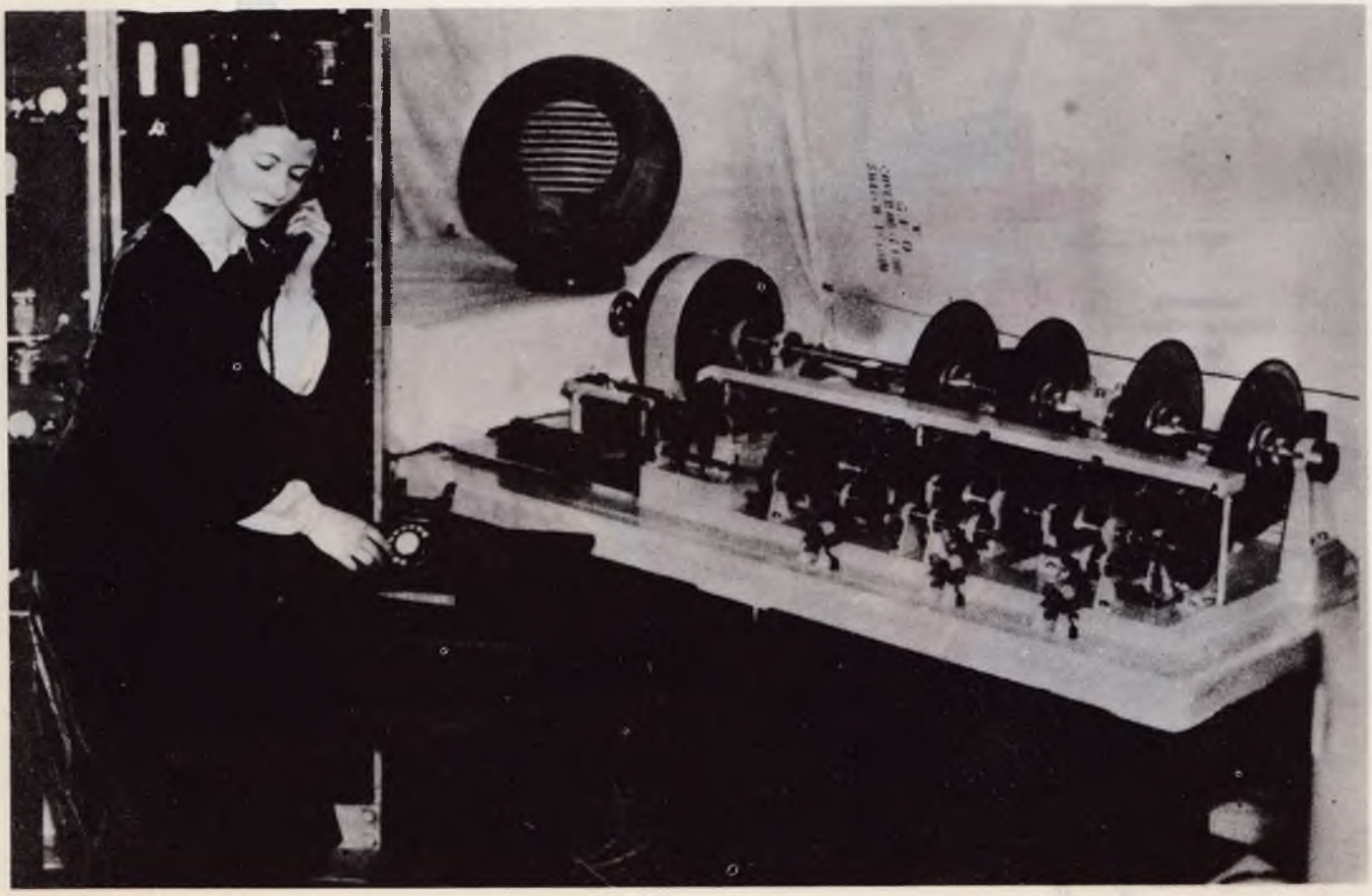
Konuşan saat, TELEFON abonelerine zamanı bildiren bir aygıttır. Eşzamanlı çalışan iki bağımsız makinadan oluşan, son derece güvenilir bir sistemdir. Makinalardan biri bozulur ya da durursa, ikinci makina bütün işi üstlenir.

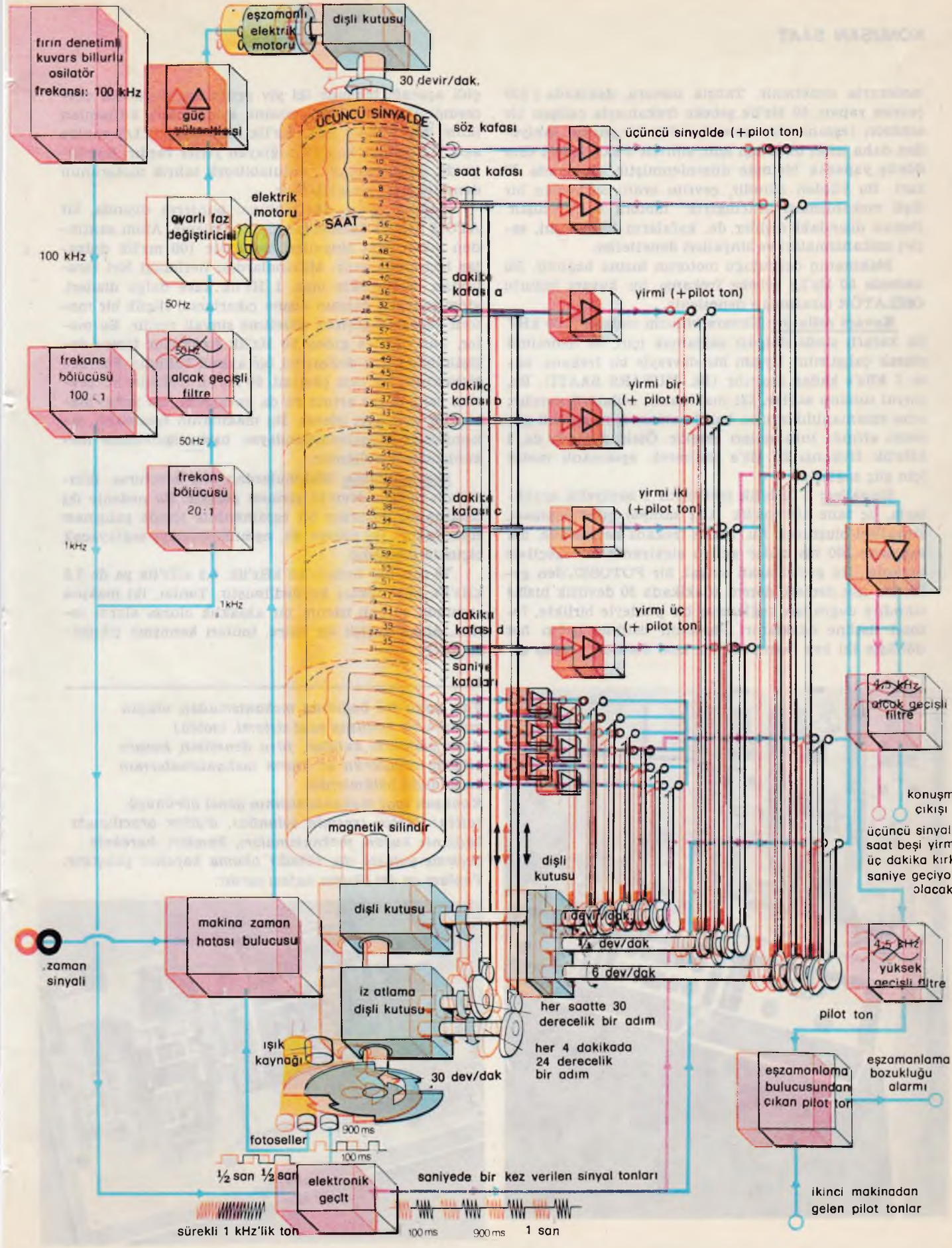
Sistemin tanımı: Saatleri bildiren sözler, magnetik bir silindire kaydedilir. Magnetik silindir, üstüne magnetik malzeme (demir oksit) emdirilmiş film sarılı bir pirinç merdaneden oluşur.Zaman bildiren sözler, sürekli yinelenme özelliklerinden ötürü,on iki saatlik bir sistemde, toplam 79 ayrı gruptan oluşur: 1 «üçüncü sinyalde saat şu olacak» cümlesi; saat belirten 12 sözcük; dakika (1'den 59'a kadar) belirten 60 sözcük; saniye belirten 6 sözcük (10, 20, 30, 40, 50 ve «tam»). Bu sözcükler ya da sözcük grupları, 1,6 mm aralıklarla, ayrı izler halinde silindire kaydedilir.

İzler dört grup halinde düzenlenir: İlk cümle, hareketsiz bir kafayla «okunur». Saatleri, her saatte bir adım ilerleyen bir kafa okur. Dakika dizileriyse, her biri 15 sözcükten oluşan dört alt gruba bölünmüştür ve dört dakikada bir adım ilerleyen dört kafayla okunur. İkincil bir mekanizma, dört kafayı sırasına göre seçer. Dakikalar için hareket sırası şöyledir: Tam, 1, 2, 3, kafa bir adım ilerler; 4,5,6,7, kafa bir adım daha kayar ve bu böylece 56, 57, 58, 59'a kadar sürer. 6 saniye dizisinin her birinin, kendi hareketsiz okuma kafası vardır: Bunlar, seçici mekanizmayla seçilir.

Tahrik mekanizması: Silindir, kafaların hareketi, seçici mekanizmalar ve üç sinyalin tümü, tahrik

Eşzamanlı çalışan iki konuşan saat mekanizmasından birinin çizimi. (sağda) Söz ve saniye kafaları hareketsizdir, ama saat ve dakika kafaları hareket eder. Mavi renkli çizgiler konuşmayla (ve sinyallerle) ilgili devreyi göstermektedir. Bu devrenin açılıp kapanması kamlar ve anahtarlarla (çizimde tapetlerle birlikte görülmektedir) sağlanmaktadır.
İngiltere'de 1936'da çalıştırılmaya başlanan ilk konuşan saat mekanizması. (altta)




fırın denetimi
kuvars billurlu
osilatör
frekansı: 100 kHz
güç yükseltisi
eşzamanlı elektrik motoru
dişli kutusu
30 devir/dak.
ÜÇÜNCÜ SİNYALDE
söz kafası
saat kafası
üçüncü sinyalde (+pilot ton)
elektrik motoru
ayarlı faz değiştiricisi
SAAT
100 kHz
50 Hz
dakika kafası a
yirmi (+pilot ton)
frekans bölücüsü 100 : 1
alçak geçişli filtre
dakika kafası b
yirmi bir (+ pilot ton)
frekans bölücüsü 20 : 1
dakika kafası c
yirmi iki (+pilot ton)
1 kHz
dakika kafası d
yirmi üç (+ pilot ton)
saniye kafaları
magnetik silindir
dişli kutusu
konuşma çıkışı
üçüncü sinyalde saat beşi yirmi üç dakika kırk saniye geçiyor olacak
makina zaman hatası bulucusu
dişli kutusu
1 dev/dak
1/4 dev/dak
6 dev/dak
zaman sinyali
iz atlama dişli kutusu
her saatte 30 derecelik bir adım
her 4 dakikada 24 derecelik bir adım
pilot ton
ışık kaynağı
30 dev/dak
eşzamanlama bozukluğu alarmı
eşzamanlama bulucusundan çıkan pilot ton
fotoseller
900 ms
100 ms
½ san ½ san
elektronik geçit
saniyede bir kez verilen sinyal tonları
ikinci makinadan gelen pilot tonlar
sürekli 1 kHz'lik ton
100 ms
900 ms
1 san

motoruyla denetlenir. Tahrik motoru, dakikada 1 500 çevrim yapan, 50 Hz'lik şebeke frekansıyla çalışan bir senkron (eşzamanlı) motordur. Hiç bir söz iki saniyeden daha uzun olmadığı için, silindir 2 saniyede 1 tam dönüş yapacak biçimde düzenlenmiştir (dakikada 30 tur). Bu yüzden silindir, çevrim oranı 50:1 olan bir dişli mekanizması aracılığıyla motora bağlanmıştır. Bunun dışındaki dişliler de, kafaların hareketini, seçici mekanizmaları ve sinyalleri denetlerler.

Makinanın doğruluğu motorun hızına bağlıdır. Bu nedenle 50 Hz'lik şebeke frekansı, bir kuvars billurlu OSİLATÖR tarafından denetlenir.

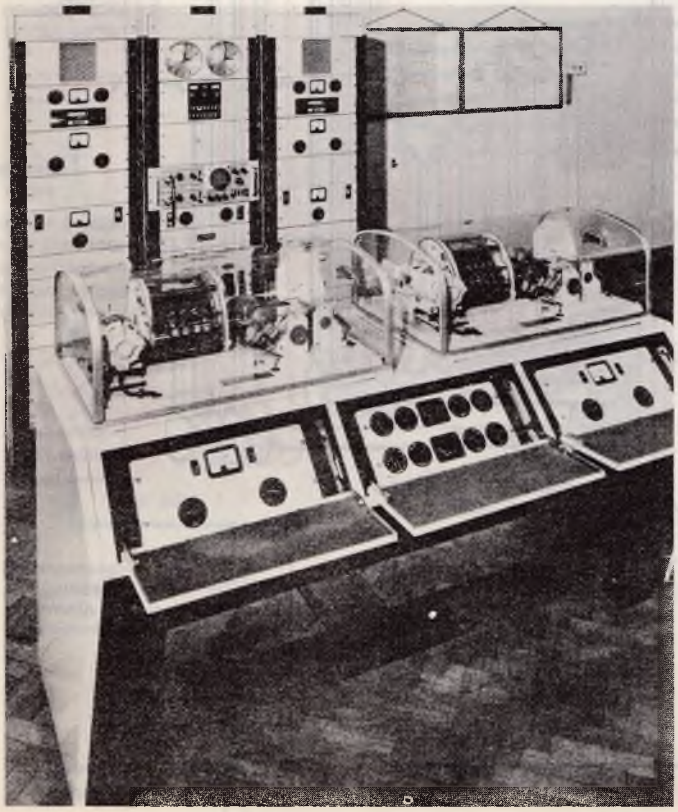
Kuvars osilatör: Kuvars billurlu osilatör, 100 kHz'lik kararlı sinüs dalgası sağlamak için, ısı denetimli olarak çalıştırılır. Uygun bir devreyle bu frekans, önce 1 kHz'e kadar azaltılır (Bk. KUVARS SAATİ). Bu, sinyal tonunu sağlar. İki makinanın osilatörü ayrıdır; ama eşzamanlılıklarının bozulmaması için, sürekli gözetim altında tutulmaları gerekir. Öteki devreler de, 1 kHz'lik frekansı 50 Hz'e indirerek, eşzamanlı motor için güç sağlarlar.

Sinyaller: 1 kHz'lik frekansın 1 saniyelik aralıklarla, üç tane 100 ms'lik (0,1 saniye) çıkış yapması, sinyalleri oluşturur. Bu, 1 kHz frekans devresinde, her saniyede 100 ms kadar açılan elektronik bir «geçit»le sağlanır. Bu geçidi açan sinyal, bir FOTOSEL'den gelir. Bir ışık demeti, dönen (dakikada 30 devirlik hızla) silindire doğrudan bağlanmış bir perdeyle birlikte, fotosel üstüne odaklanır. Perdenin üstüne, ışığın her dönüşte iki kez (saniyede bir kez) fotosele çarpıp geçidi açacağı biçimde iki yiv açılmıştır. Perdenin çevresinde, motorun çalışmasını ayarlamada kullanılan ikinci bir fotosel için 1 Hz'lik kare dalga (1/2 saniye açık, 1/2 saniye kapalı) sağlayan yivler vardır. Bu dalga da, ayarı zamanı gelince bozulabilecek tahrik motorunun denetlenmesinde kullanılır.

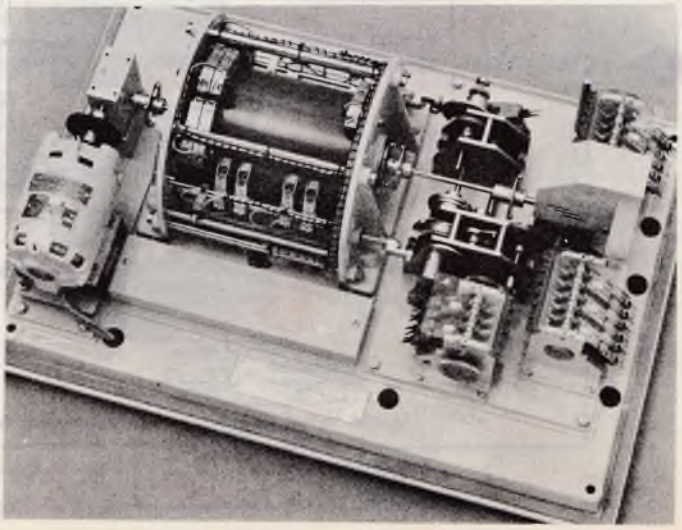
Zaman ayarı: İki makina, bunların dışında, bir ATOM SAATİ tarafından da denetlenir. Atom saatinden çıkan saat sinyalleri, saniyede 100 ms'lik dalgalar biçiminde gelir. Makinalardan herhangi biri tarafından üretilmekte olan 1 Hz'lik kare dalga dizileri, atom saatinin fazının dışına çıkarlarsa, küçük bir motoru harekete geçiren düzeltme sinyali verilir. Bu motor, ana motora giden 50 Hz'lik frekansın fazını değiştirebilen, faz değiştirici bir aygıta bağlıdır. Faz değiştiricinin bir tam çevrimi, 50 Hz'lik frekansı bir çevrim, yani 20 ms artırır ya da yavaşlatır. Bu yolla, makinalar ayrı ayrı izlenir. İki makinanın eşzamanlı çalışmasının denetlenmesindeyse, başka denetleme mekanizmaları kullanılır.

Eşzamanlama: Makinalardan biri bozulursa, ikincisinin hemen devreye girmesi gerekir. Bu nedenle iki makinanın kusursuz bir eşzamanlılık içinde çalışması zorunludur. İki sistem de, eşzamanlamayı sağlayacak biçimde donatılır.

79 izin her birine, 5,5 kHz'lik, 6,5 kHz'lik ya da 7,5 kHz'lik pilot tonlar kaydedilmiştir. Tonlar, iki makina arasında sürekli izlenir, bir aksaklık olursa alarm verilir. Alçak geçişli bir filtre, tonları konuşma çıkışında siler.



Yan yana iki bağımsız mekanizmadan oluşan modern bir konuşan saat sistemi. (solda) Arka plandaki kutular, fırın denetimli kuvars billurlu osilatörün ve alarm mekanizmalarının bulunduğu bölümlerdir.
Konuşan saat mekanizmasının genel görünüşü. (altta) Motor (resmin solunda), dişliler aracılığıyla bağlantı kuran mekanizmaları, kamları harekete geçirme yoluyla da, silindir okuma kafasını çalıştırır. Toplam on iki okuma kafası vardır.



100 kHz'lik billurlu osilatör frekansları da denetlenir. Bunlar farklı olunca bir vuru ortaya çıkar ve bu vuru belirgin hale gelince alarm çalışır.

KONVEYÖR

Konveyörler, çeşitli maddelerin taşınmasında yararlanılan araçlardır. Kullanılış yerleri arasında, BAGAJ TAŞIMA SİSTEMLERİ, tahıl, maden filizi, kömür gibi hammaddelerin taşınması ve MONTAJ HATTI boyunca bir yerden bir yere parçaların iletilmesi sayılabilir. Belirli ya da seçimli yükleme-boşaltma noktaları arasında çalıştırılan konveyörlerin tahrik gücü, kas gücüyle, yerçekimi kuvvetiyle, havayla, titreşimle ya da motorla çalışan kayışlar, zincirler ve kablolarla sağlanabilir.

Doğal tahrikli konveyörler: En yalın konveyör, kutuların ya da paketlerin, yerçekiminden yararlanılarak kaydırıldığı eğimli türdür. Bu sistemde genellikle, küçük bir sürtünme oranı istenir. Konveyör, tekerlek ya da ruloları bulunan bir çerçeve biçimindedir. Düz ya da çok az eğimli yerlerde eşyalar itilir, eğimi fazla olan yerlerdeyse, kendiliklerinden yuvarlanırlar.

Bu tür konveyörlerde, içindeki *rulmanlı yatak*la sürtünmesi azaltılmış ve boydan boya dizilmiş birçok rulo ya da enine dizilerek bütün konveyörü kaplayan geniş rulolar vardır. Rulolar çelik, alüminyum ve naylondan yapılabilir. Çaplarıysa, 25 mm - 76 mm arasında değişir. Bu tür konveyörlere «rulolu» ya da «yerçekimli» konveyör adı verilir. Bir yerden bir başka yere taşınabilmelerini sağlayan ayaklı tekerlekleri vardır ve çoğunlukla süpermarketlerde ve eşya depolarında, araçlardan yük indirilirken kullanılırlar.

Eğimin açısı büyük olduğunda, iniş hızının denetlenmesi gerekir. Böyle durumlarda, motorla çalıştırılan konveyörler kullanılır.

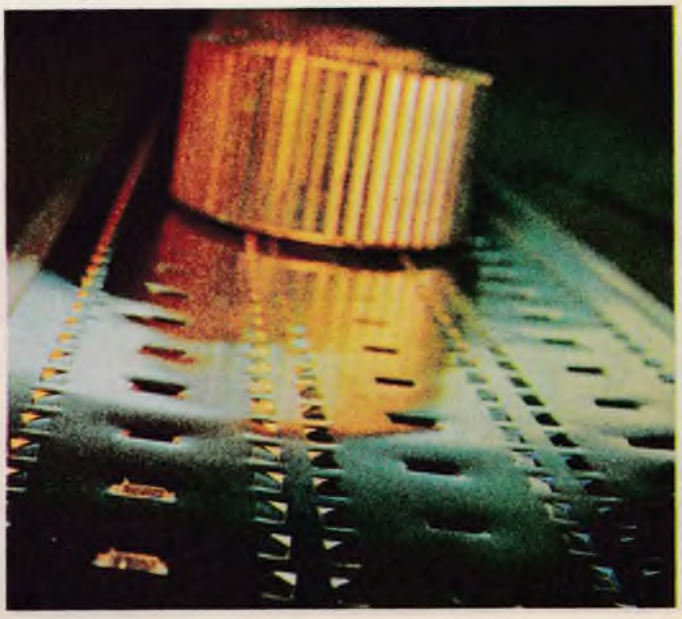
Bantlı konveyör: Düz ya da 30°'ye kadar eğimli yerlerde, yükler, kauçuk, branda, çelik ya da tel örgüden yapılmış bantlarla taşınabilir. Bantın genişliği, en çok çerçevenin en geniş yeri kadar olur. Konveyörde, bant üstündeki gerilmeyi denetleyen bir aygıt ile bir elektrik motoru vardır. Motor, *tahrik rulosu*na bir dişli kutusuyla ya da zincir mekanizmasıyla bağlanır. Tahrik rulosu, konveyörün varış ucundadır. Bu nedenle, kayışın yüklenen bölümü çekilmiş olur. Güç birimi genellikle değişmez olan, ama bazen de, dakikada bir metreden 15 metreye kadar değişebilen bir hız sağlar. Normal olarak 1/4 beygirgücünde motorlardan yararlanılır; ama ağır yükler için, daha büyük motor da kullanılabilir. Bantlı konveyörler çoğunlukla, eşya depolarında, malların bir yerden ötekine taşınmasında kullanılır.

Zincirli konveyörler: Zincirli konveyörler, konveyör boyunca dolaşan bir zincirin ya da zincirlerin, güç biriminin çekiş gücünü aktardığı taşıyıcılardır. İki ana grupta toplanabilirler: Maddenin ağırlığını zincirle taşıyanlar (üstten zincirli konveyörler; kaplı konveyörler; zincir ve kovalı elevatörler); maddenin itildiği, sürüklendiği ya da çekildiği türler (çekici konveyörler, sürükleyici konveyörler).

Bir otomobil fabrikasındaki üstten zincirli kan-

Bir televizyon fabrikasında renkli televizyon tüplerini taşıyan konveyör. (altta) Taşıyıcılar, bir kablo ya da zincirle üstteki metal kanal boyunca çekilirler. Böyle bir konveyör, aynı zamanda, hatalı parçaların geri gönderilmesinde de kullanılabilir.

Hava yastıklı konveyör. (altta) Hava yastıklı konveyörler, bir eğim üstüne yerleştirilebilirler. Böylece eşyalar, ya hava yastığı üstünde kendi ağırlıklarıyla kayarlar ya da istenen yöne havayla itilirler.



calı konveyörler, yüzlerce metre uzunluğundadırlar ve parçaları, bandın bir ucundan öteki ucuna taşıyabilirler. Böyle bir konveyör, otomobil gövdesinin parçalarını boyahanelere, oradan da doğruca fırınlanıp kurutuldukları fırınlara götürebilir. Aynı biçimde, zincirli konveyörle parçalar, gerekli montaj hattına da götürülebilir. Montaj hattı da bir ağır yük konveyörüdür. Bu konveyör, otomobilleri monte edildikleri (parçalarının birleştirildiği) bantta taşır.

Bazen zincirli konveyörler, yerdeki bir kanala yerleştirilir ve bunlara, iki tekerlekli arabalara ya da el arabalarına tutturulmuş kancalar takılır. «Çekici konveyör» adı verilen bu tür, kömür madenlerinde, kömürlerin eğimli bir düzlemden yukarı çıkarılması için ya da bir otomobil montajında parçaların bir çember içinde, yarı-montaj hattında taşınmasında kullanılır. Çemberin bir noktasında, bitmiş olan parça alınıp, kaynaklanacak ya da cıvatalanacak yeni parçalar yerleştirilir.

Havalı (pnömatik) konveyörler: Dökme yük taşımacılığı alanındaki en son yeniliklerden biri de, havalı konveyörlerdir. Bu tip, aşağı yukarı bütün serbestçe akabilen dökme yüklerin (tane ya da toz halindeki kimyasal maddeler, maden filizleri, hamurlar, vb.), mekanik taşıma yöntemlerinde olduğundan çok daha yüksek hızlarla taşınmalarını sağlar. Havalı konveyör, taşınan maddenin her tonu için çok daha fazla güç tüketir. Kullanılan hava ya da gazın hızı, saniyede 30-36 metredir; ama taşınan maddeye bunun % 70-80'i kadar bir hız kazandırır. Sonuçta ortaya çıkan kapasite, saatte 2 000 tonun üstündedir.

Köln yakınlarındaki bir açık tavanlı, linyit madeninde kullanılan bantlı konveyör. (altta) Resmin solunda, bir başka konveyör görülmektedir. Bu türden düzeneklerle yükler, kamyon ya da yük arabalarından çok daha hızlı ve ucuza taşınabilir.

Sözgelimi, bir fırında, bir kamyon dolusu unun, hamur karma makinalarına dağıtılması için teknelere doldurulmasında, havalı konveyörler kullanılabilir. Bu yolla taşıma işlemi, hiç bir un yitimi olmadan gerçekleştirilir (Bk. DÖKME YÜK TAŞIMACILIĞI).

Titreşimli konveyör: Titreşimli konveyör, maddeleri, elektriksel ya da mekanik yolla sağlanmış yüksek frekanslı titreşimler yoluyla bir eğimden aşağı hareket ettirir. Söz konusu titreşimler, maddelere hafif eğimlerde bile aşağı doğru hareket vermeye yeterlidir. Bu tür konveyörlerin en büyük türleri, kum, fasulye, kömür filizi gibi taneli dökme yüklerin ayrılma ve elenmesinde kullanılanlardır.

Mekanik olarak üretilen titreşimler, eksantrik işlenmiş döner bir mille sağlanır. Milin çevresinde, bağımsız olarak yerleştirilmiş denge ağırlıkları vardır. Denge ağırlıkları, çerçevenin hızla titreşmesine yol açar. Elektrikle üretilen titreşimler, çerçeveye tutturulmuş metal parçalar üstündeki bir sargıdan geçirilen alternatif akım aracılığıyla, aralıklı olarak magnetik alanlar oluşturularak elde edilir.

Vidalı konveyör: Bir ARKHİMEDES BURGUSU ya da sarmal biçimli bir vida, bir boru ya da kovan içinde dönerken, dişleri arasındaki maddeleri hareket ettirir. Vidalı konveyörler, dökme yük taşırlar. Taşınan maddeler, tıpkı bir matkap ucu tarafından çıkarılan talaş gibi hareket eder. Vidalı konveyörün bir örneği BİÇERDÖVER'de bulunur. Bu makinada, tabandaki tahıl, tepedeki depoya çıkarılırken bu yöntem kullanılır.

KOPERNİK, NİKOLAJ (1473-1543)

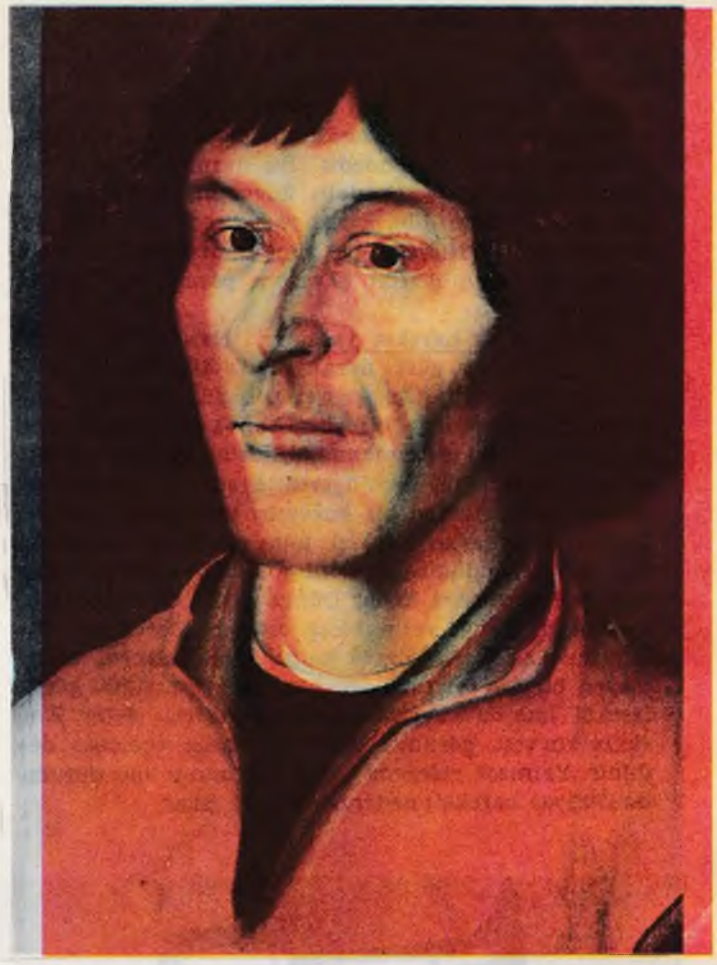
Polonyalı bir tüccarın oğlu olan Nikolaj Kopernik (lat. adı *Copernicus*), 14 Şubat 1473'te, Vistül ırmağı kıyısındaki Torun kentinde doğdu. On yıl sonra babası ölünce, Ermland Piskoposu olan amcası tarafından yetiştirildi. Bologna ve Padova'da tıp, matematik ve gökbilim dallarında öğrenim gördükten sonra, Polonya'ya döndü. Amcası 1512 yılında ölünce, Frauenburg katedralinde görev aldı.

Kopernik, bu iş dışındaki zamanını, gezegenlerin hareketlerini incelemeye adadı. O zamana kadar gezegenlerin gökyüzündeki konumları, geçmiş çağlarda yapılan araştırmalara, yani Güneş ve gezegenlerin dairesel yörüngeler üstünde, Dünya'nın çevresinde döndüğünü öne süren Ptolemaios kuramına dayanıyordu. Kopernik, çok genç yaşta, bu sistemin yanlış olduğunu farketti.

Ptolemaios, gezegenlerin hareketlerini açıklarken, her birinin, merkezi Dünya olan eşmerkezli dairesel yörüngeler üstünde döndüğünü öne sürmüştü. Kopernik, Dünya ile öteki gezegenlerin, Güneş çevresinde döndüğü kabul edilirse, gökcisimlerinin hareketine, çok daha yalın ve çok daha akla yakın bir açıklama getirilebileceğini düşündü.

1530'larda Kopernik, daha önce öne sürüp hiç bir zaman kanıtlayamadığı bu görüşünü, birçok bilim adamına da yolladığı *Commentariolus* adlı yazısında

Üstte, Kopernik sistemine (resmin solunda) ve Ptolemaios sistemine (resmin sağında) göre yapılmış yörüngeler görülmektedir. Dünya'nın merkez olduğu sistemin hareketlerini açıklama zorluğu, bu kürelerden de belli olmaktadır.



Kopernik'in bu portresi (sağda), ölümünden 100 yıl kadar sonra yapılmıştır. Yaşamı sırasında yapılmış resimleri yoktur. Kopernik, Güneş merkezli sistemi öne süren ilk kişi değildir: İ. Ö. III. yüzyılda Aristarkhos da aynı şeyi düşünmüştür.

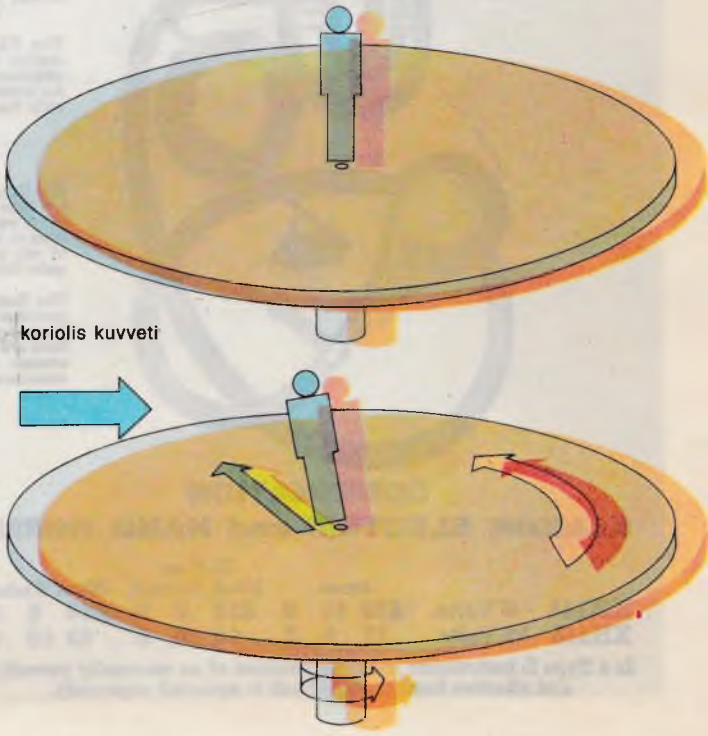
açıkladı. Ne var ki, Yer merkezli evren tezini yıkan bu düşüncesi nedeniyle, çeşitli tepkilerle karşılaştı. Gerçekte, bu dev cisimlerin nasıl hareket ettiklerine ilişkin bir açıklama içermediklerinden, hem Ptolemaios, hem de Kopernik sistemleri yetersizdi.

Kopernik, *Commentariolus* adlı yazısını bilim adamlarına gönderdiğinde, *De Revolutionibus Orbium Coelestum* adlı ünlü yapıtını da yazmıştı. Ama, yaratacağı tartışmalardan çekindiği için, yayınlama konusunda isteksiz davranıyordu. Kitap ancak 1543 yılında, dostu Rheticus'un basım işini üstlenmesiyle yayınlandı. Kopernik'in, kitabının ilk baskısını ölüm döşeğinde gördüğü söylenmektedir.

KORİOLİS KUVVETİ

MERKEZKAÇ VE MERKEZCİL KUVVET gibi, koriolis kuvveti de, yalnızca dönen sistemlerde, sözgelimi bir cisim, dairesel bir hareket yaptığında ortaya çıkar. Dönen sistemlerin nasıl hareket ettiği, ancak bu kuvvetin incelenmesiyle tam olarak açıklanabilir. Bu gerçeği bulan, Fransız matematikçisi ve mühendisi Gaspard Gustave de Coriolis'tir (1792-1843).

Rüzgarlar, kuzey yarıkürede, yüksek basınçlı bir



Koriolis kuvvetinin etkisini gösteren bir deney. (sağda) Bu, yalnızca atlıkarınca gibi, dönen referans eksen takımındaki cisimlerde farkedilebilen ve gerçek gibi gözükmeyen bir eylemsizlik kuvvetidir. Dönen bir atlıkarıncanın yarıçapı boyunca dışarı doğru yürümeye çalışan bir kişiye, yanal bir kuvvet etkiyecektir. Bu kişi, öne doğru hareket etmek istediğinde, yana doğru eğilmek zorundadır.

alandan dışarı doğru saat ibreleri yönünde bir sarmal oluşturur; oysa güney yarıkürede sarmalın yönü, saat ibrelerinin tersi yönündedir. Bu durum, Dünya'nın dönmesinden oluşan koriolis kuvvetinin bir sonucudur. Tıpkı bunun gibi, kuzey yarıkürede fırlatılan bir top mermisi, hafifçe sağa, güney yarıküredeyse sola döner. Bu olay, mermi ekvatora paralel atıldığında görülmez.

Koriolis ve hareket yasaları: Newton'un birinci hareket yasasına göre, duran ya da düzgün doğrusal hareket eden (yani değişmez hızla düz bir doğru boyunca hareket eden) bir cisim, bir kuvvetin etkisine girmedikçe eski durumunu sürdürür. Bir cisim eğri bir yol izliyor gibi görülüyorsa, o etkinin yaratılması için cisme etkiyen bir kuvvetin var olması gerekir.

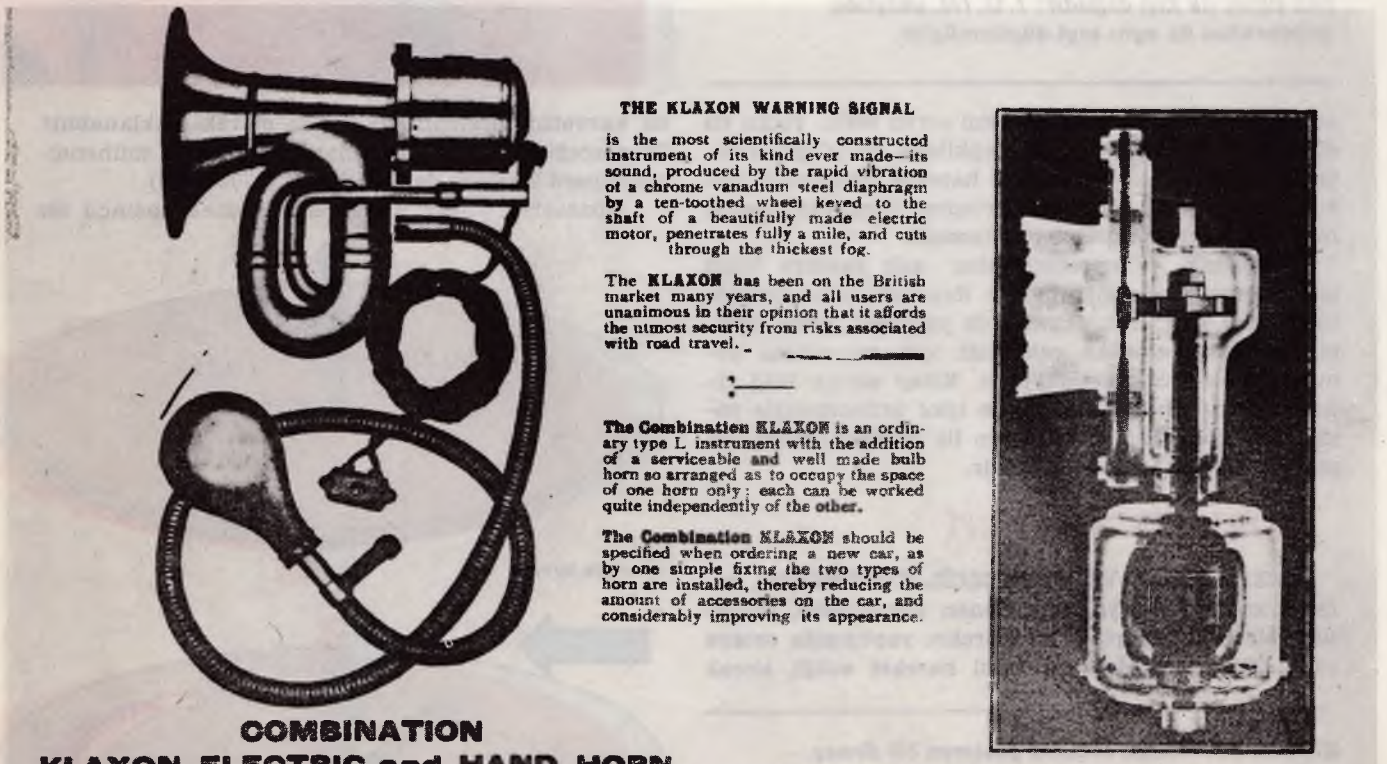
Topla oynayan bir kişi, topu attığında, altındaki Dünya'nın döndüğü gerçeğini göz önüne almazsa, top hedefine varıncaya kadar Dünya biraz döneceğinden, top, nişan aldığı yerin biraz ötesine düşecektir. Söz konusu etki, görülebilecek kadar büyük olsaydı, bilinmeyen bir kuvvet topu yolundan saptırmış gibi görülecekti. İşte bu kuvvete, «koriolis kuvveti» denir. Koriolis kuvveti, görünür kuvvetler kadar «gerçek» değildir. Yalnızca referans eksen takımının (bu durumda Dünya) hareketi nedeniyle ortaya çıkar.

KORNA VE KLAKSON

XIX. yüzyılın sonlarına doğru motorlu araçların hızı arttıkça, bunlara takılacak işitilebilir uyarı araçları geliştirmek zorunlu hale geldi. Genel olarak benimsenen ilk korna tipi, lastik torbası sıkılarak çalıştırılan ve trompete benzeyen bir aygıttı. Torba sıkıldığında ortaya çıkan hava akımı, bazı NEFESLİ ÇALGILAR'da olduğu gibi, dilin titreşmesini sağlıyor ve böylece oluşan ses dalgaları, kornanın biçimi nedeniyle yükseltiliyordu.

Klaksonlar: Uyarıcı aygıtların daha etkili bir türü, titreşen bir diyafram kullanarak ses çıkaran (HOPARLÖR'e benzer bir ilkeyle) mekanik klaksondu. Klakson, yaylı bir piston tarafından çalıştırılıyordu. Klaksonun gövdesi içinde bulunan ve yüzeyi oluklu olan bu piston, diyaframa arkasından çarparak, onun titreşmesini sağlıyordu. Çıkan ses, diyaframın önün-

Birleşik bir korna ve elektrikli klakson için hazırlanmış eski bir reklam. (altta) 8 ya da 10 voltla çalışan klaksonun motoru, çelik alaşımdan yapılan diyaframı titreştiren 10 dişli bir tekerleği harekete geçiriyordu.



THE KLAXON WARNING SIGNAL

is the most scientifically constructed instrument of its kind ever made—its sound, produced by the rapid vibration of a chrome vanadium steel diaphragm by a ten-toothed wheel keyed to the shaft of a beautifully made electric motor, penetrates fully a mile, and cuts through the thickest fog.

The **KLAXON** has been on the British market many years, and all users are unanimous in their opinion that it affords the utmost security from risks associated with road travel.

The Combination KLAXON is an ordinary type L instrument with the addition of a serviceable and well made bulb horn so arranged as to occupy the space of one horn only; each can be worked quite independently of the other.

The Combination KLAXON should be specified when ordering a new car, as by one simple fixing the two types of horn are installed, thereby reducing the amount of accessories on the car, and considerably improving its appearance.

COMBINATION
KLAXON ELECTRIC and HAND HORN.

		Brass	N.P. or Black Enamel	Black Nickel
XH144	8 Volts.	£16 16 0	£18 0 0	£18 8 0
XH145	12 Volts.	17 4 0	18 8 0	18 16 0

Is a Type L instrument with the addition of an unusually powerful and effective hand horn. Each is operated separately.

The ghost outline here produced shows the beautifully assembled parts of the **KLAXON** Horn. Each is a specimen of the best class material and workmanship.

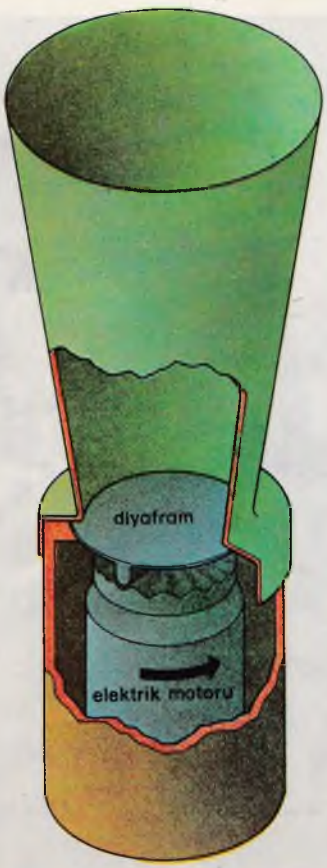
deki bir korna tarafından yükseltiliyordu.

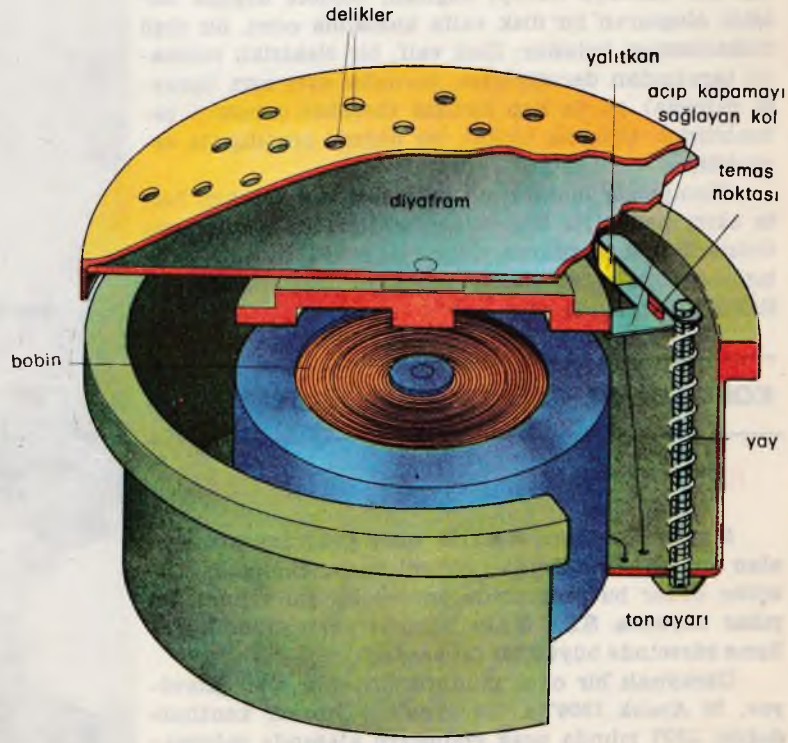
1912'de elektrikli klaksonun ortaya çıkmasına karşılık, pistonla çalışan klakson, 1920'lere kadar kullanıldı. Elektrikli klaksonda, diyaframı titreten oluklu diski harekete geçiren bir doğru akım motoru vardı. Elle çalışan klaksondan daha güçlü ve yüksek bir ses çıkarıyordu. El klaksonunun bir başka tipi de, oluklu bir diskle çalıştırılanıydı. Bu disk, elle döndürülürdü

Elektrikli kornalar: Modern bir elektrikli korna bir elektrikli bobin, bir metal diyafram ve bunların arasındaki bir dizi bağlantıdan oluşur. Kornanın düğmesine basıldığında, bobinden akım geçer ve diyaframı bobine doğru çeken bir magnetik alan ortaya çıkar. Diyafram, hareket ettiğinde, bağlantıları açar ve bobine giden akımı keser. Bu, bir elektrik ZİL'indeki düzenlemeye benzer. Bobinden geçen akım kesildiğinde, magnetik alan kalkar ve diyafram bobinden uzaklaşır. Böylece, bağlantılar yeniden kurulur, bobinden akım geçer ve kornanın düğmesi basılı olduğu sürece çevrim yinelenir. Diyaframın titreşimleri küçük bir korna tarafından yükseltilir. Bunun dışında, bağlantıların açılış ve kapanış durumlarını, dolayısıyle diyaframın hareketini ve çıkan sesin derecesini ayarlamaya olanak veren bir de vida vardır.

Havalı kornalar: Kornanın en son tipleri, basınçlı havayla çalışan ve tek ya da çok notalı güçlü sesler çıkaran kornalardır. Basınçlı hava, bir doğru akım motoruyla çalışan kompresör tarafından sağlanmaktadır ve genellikle değişik boyutlarda, iki, üç ya da

Modern bir elektrikli korna. (üstte)
Bir elektrikli klakson. (altta solda) Motor, diyaframı titreştiren ve böylece güçlü bir ses elde eden, üstü oluklu bir diski harekete geçirir.
Modern elektrikli korna. (altta sağda) Akım bobinden geçer ve oluşan magnetik alan tarafından çekilen diyafram bağlantılarını açar. Akım durur, diyafram yerine döner ve olay yinelenir.





Pirinçten yapılmış, trompet tipi eski bir araba kornası. (üstte)

beş korna vardır. Bunlar, değişik frekansta sesler çıkarırlar (Bk. NEFESLİ ÇALGILAR, MADENİ).

Kompresör döner kanatlı tiptendir. Bazı kornalarda, her kornaya havayı dağıtan, böylece değişik notalar oluşturan bir disk valfa kumanda eden, bir dişli mekanizması bulunur. Disk valf, bir elektrikli mıknatıs tarafından denetlenirse, kornalar ayrı ayrı (sırayla çalışma) ya da hep birlikte (beraber çalışma) çalışabilirler. Çalışma biçimi, bir düğme aracılığıyla seçilebilir.

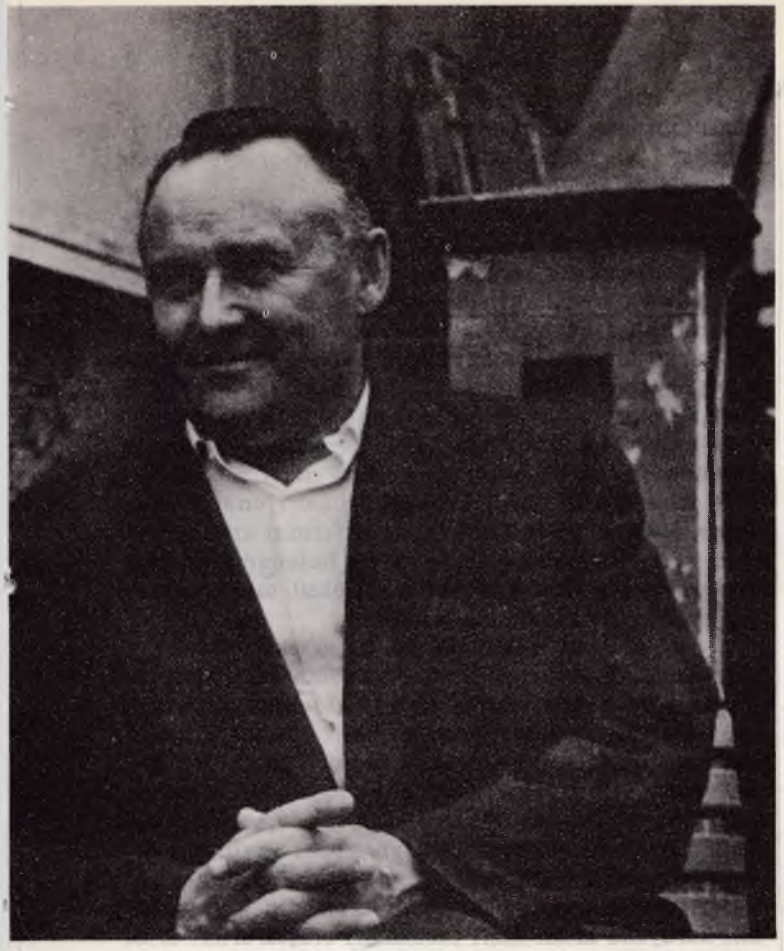
Kompresör motorunun çalışması için gereken fazla akım nedeniyle düğme bağlantılarının bozulmasını önlemek için, kornanın düğmesi, yüklü çalışma bağlantıları içeren ve motor devresini tamamlayan bir RÖLE'ye kumanda eder.

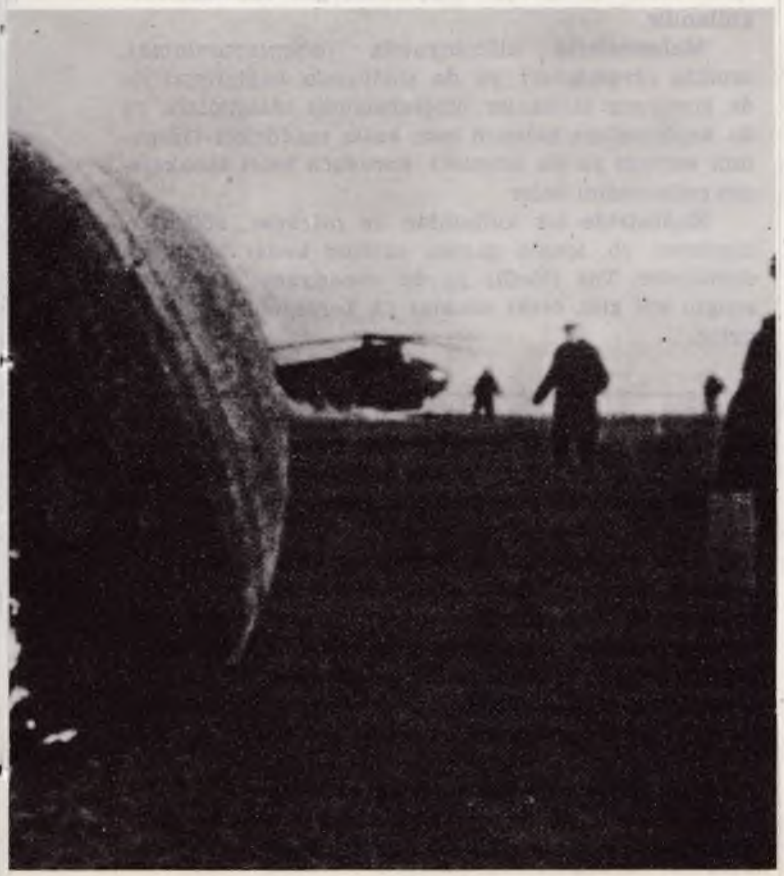
KORNO **Bk. NEFESLİ ÇALGILAR, MADENİ**

KOROLYOV, SERGEY (1906-1966)

Sergey Korolyov, S.S.C.B. uzay programında yeralan en önemli kişilerden biriydi ve gençliğinden ölümüne kadar bu programda önemli bir rol oynadı. Bu yıllar boyunca S.S.C.B'nin bilimsel ve teknolojik gelişme sürecinde büyük bir ün kazandı.

Ukraynalı bir okul müdürünün oğlu olan Korolyov, 30 Aralık 1906'da, Ukrayna'nın Jitomir kentinde doğdu. 1927 yılında uçak endüstrisi alanında çalışmaya başladı, bir yandan da Moskova Havacılık Okulu'nda öğrenimini sürdürdü. 1930 yılında Bauman Yüksek Teknik Okulu'nun Aeromekanik bölümünü bitir-





Solda üstteki resimde, Sergey Korolyov (resmin sağında), ilk uzay yolculuğunu gerçekleştiren Yuri Gagarin'le (resmin solunda) birlikte görülmektedir. Korolyov, Gagarin'i Dünya çevresindeki yörüngesine taşıyan Vostok uzay aracının baş tasarımcısıdır.
Bir Vostok uzay aracının yere inişi. (solda altta) Bu araç, 4 500 kg ağırlığındaydı ve A.B.D'nin insanlı uzay araçlarının tersine, denize değil, karaya inişler için tasarlanmıştı.

---

di. Okulda, Konstantin Tsiolkovskiy'in de yardımıyla ilgisini, füze yapımı üstünde toplamıştı. Korolyov, 1930 yıllarında, jet motoru ve ROKET tahrikiyle ilgili sorunlar üstünde çalıştı. 1934 yılındaysa «*Stratosferde Füze Uçuşu*» adlı kitabı yayınlandı.

İkinci Dünya savaşı sırasında Korolyov'un çalışmaları, roket yardımıyla kalkış sisteminin geliştirilmesine yöneldi. O dönemde sıvı yakıtlı hızlandırıcılar konusunda kazandığı deneyim, savaş sonrası çalışmalarında çok yararlı oldu. Savaştan sonra Korolyov, Vostok rampasının temelini oluşturan kıtalararası balistik bir FÜZE'nin tasarımıyla ilgili çalışmalara önderlik etti. Korolyov'un çalışmaları, taşıyıcı füzenin geliştirilmesinden sonra da sürdü. Uzaya insan göndermek için kullanılan geri dönebilen araçların yapımına yardımcı oldu. En ünlü başarısıysa, Yuri Gagarin'in 1961 Nisanında ilk insanlı uzay uçuşunu gerçekleştirdiği uydunun baş tasarımcısı olmasıydı. Korolyov, ayrıca, Ay çevresinde yörüngeye oturtulan ve Ay'ın öteki yüzünün fotoğraflarının çekilmesini sağlayan ilk Zond uydu sisteminin tasarımını da üstlendi. İnsanlı Ay uçuşları konusundaki çalışmaları, yalnızca tek insanlı Vostok rampasını değil, çok insanlı Voshod uzay aracını da kapsıyordu. Korolyov bu dönemde, bütün S.S.C.B. uzay araştırma programının baş tasarımcısı oldu.

Dünya ve Ay çevresinde yörüngeye oturtulan uzay araçları konusunda yaptığı çalışmalardan sonra, Korolyov'un önderliğinde geliştirilen otomatik uzay araçları, Venüs'e (Şubat 1961) ve Mars'a (Kasım 1962) gönderilen, ilk gezegenler arası otomatik istasyonları ve Ay ile Mars uçuşları için 1962 yılında başlatılan Zond adlı gezegenler arası uzay araçlarını kapsıyordu. Korolyov ayrıca, «Molniya» adı verilen ilk Sovyet haberleşme uydusunun geliştirilmesine katkıda bulundu ve araştırma araçlarının Ay yüzeyine yumuşak inişini sağlayan otomatik Ay istasyonlarının tasarımında çalıştı.

Korolyov, 1958 yılında S.S.C.B. Bilim Akademisi üyeliğine seçildi ve birkaç yıl boyunca Akademi Prezidyumu üyeliği yaptı. Ayrıca, Lenin Ödülü'nü kazandı ve birçok S.S.C.B. nişanı aldı.

KOROZYON ÖNLEME

Korozyonun en yaygın biçimi, pastır. Korunmayan demir ya da çelik yüzeyler, suyla (ya da nemle) ya da kükürt dioksit ve tuzlarla kirlenmiş atmosfer-

den kolayca etkilenirler. Alüminyum, bakır, pirinç gibi alaşımlar ve paslanmaz çelik bile, çevreden etkilenerek korozyona uğrayabilir.

Korozyonu önlemenin, boyama ya da metal kaplamadan (sözgelimi GALVANİZLEME), ince bir yağ tabakası sürmeye kadar değişen birçok yolu vardır. Yağlama, kısa süreli bir çözüm olduğu için değil, gerektiğinde silinebilmesinden dolayı, «geçici korozyon önleme» diye adlandırılır. Bu yöntem, depolanan makina parçalarının korunmasında kullanılır.

Korozyon bilimi, bu sürecin temel ilkelerini ortaya çıkarma ve bunları denetim altına alma yollarıyla uğraşır. Metalürji, kimya, fizik, mikrobiyoloji ve mühendislik gibi birçok bilim dalının ürettiği bilgilerden yararlanır. Korozyon mühendisliği, bu ilkelerin, otomobiller, uçaklar, merkezi ısıtma sistemleri, boru hatları, tarım makinaları, silahlar, petrol kuyuları, elektrik santralları, bedene yerleştirilen metal parçalar ve arkeolojik bulgular gibi alanlarda ortaya çıkan on binlerce soruna uygulanmasıdır.

Korozyon bazen hızla ve kolayca izlenemeyecek biçimde oluşur. Yerel korozyonun yaygın biçimleri arasında «pitting» (küçük derin delikler), çatlak korozyonu (koruyucu bir tabakanın bulunmadığı çatlaklarda ortaya çıkar ve daha çok otomobillerde görülür), korozyon yorulması (değişken gerilme bulunması durumunda görülür) ve gerilmeli korozyon kırılması (genellikle çekme gerilmesinin ortaya çıktığı durumlarda görülür) sayılabilir.

Korozyon ve önlenmesi, üç ana başlık altında toplanabilir: Yüksek sıcaklıkta yükseltgenme; nem korozyonu; atmosfer korozyonu.

Yüksek sıcaklıkta yükseltgenme: Metallerin çoğu, oda sıcaklığında havayla temas sonucu oluşmuş, ince bir oksit tabakasıyla kaplıdır. Yüksek sıcaklıklarda (metale göre değişmekle birlikte, yaklaşık 1 000°C'a kadar), oksit tabakası hızla kalınlaşıp, kabuk biçimine dönüşür. Bu tabakalar genellikle, metal iyonlarının hareketi nedeniyle oluşur. Sözgelimi nikel, atomlarından ikişer ELEKTRON yitirerek, nikel iyonunu oluşturur. İyonlar, nikel oksit *(NiO) kafesi*nin aralıklarından geçerek, dıştaki atmosferde bulunan oksijenle tepkimeye girerler. Elektronlar da oksit tabakasından geçerek, çevrimi tamamlarlar.

Çeliğin sıcak çekilmesinde, kalın oksit tabakasının sonradan, mekanik olarak (sözgelimi kumlamayla) ya da *dağlama*yla (asitte çözme) giderilmesi gerekir. Bazı oksitler, özellikle de krom oksit *(Cr_2O_3)*, alüminyum oksit *(Al_2O_3)* ve silisyum dioksit *(SiO_2)*, çok daha yavaş kalınlaşırlar; çünkü, bunların billur kafesleri daha düzenlidir. Sonuç olarak, korozyon, ALAŞIM kullanılarak ve böylece oksit tabakasının yalnızca yüzeyde oluşması sağlanarak, önlenebilir. Paslanmaz çelikler (demir-krom ya da demir-krom-nikel alaşımları), koruyucu krom oksit tabakaları oluştururlar. Cr_2O_3 veren nikel ve kobalt alaşımları, gaz türbinlerinde kullanılır.

Malzemelerin alüminyumla *(alüminyumlama)*, kromla *(kromlama)* ya da silisyumla kaplanmasıyla da koruyucu tabakalar oluşturulabilir. Alaşımlara ya da kaplamalara eklenen bazı katkı maddeleri (sözgelimi seryum ya da itriyum), koruyucu oksit tabakasının çatlamasını önler.

Endüstride sık kullanılan ve nitrürler, sülfürler, klorürler, vb. içeren gazlar, oksitler kadar koruyucu değildirler. Tuz *(NaCl)* ya da vanadyum açısından zengin kül gibi, öteki artıklar da korozyonu hızlandırırlar.

Bu dev gümüş «yumurta», bir petrol deposudur. (üstte) Korozyona karşı, plastik temelli bir alüminyum boyayla boyanmıştır. Çerçeve ve merdivenlerdeki renkli boyalar da korozyona dayanıklıdır. Bu boyaların tümü, metali korumak için uygulanmış alkit kaplamalardır.

Deniz suyu, içindeki tuz nedeniyle büyük ölçüde korozyona neden olur. (sağda üstte) Bu yüzden çelik teknelerin sık sık boyanması büyük önem taşır.

Otomobil kaportalarının korozyona karşı işlem görmesi. (sağda ortada) Fosfatlamadan sonra kaporta, bir anti-pas boya içeren sıvıya daldırılır ve tank eksi kutba, kaporta da artı kutba bağlanarak bir magnetik alan yaratılır. Boya tanecikleri kaportanın bütün yüzeyine yayılarak, eşit kalınlıkta bir boya tabakası biçiminde birikir.

Bir mum içeren anti-pas katkının, ek koruma sağlama amacıyla bir otomobil kaportasının kapalı bölümlerine enjekte edilmesi. (sağda altta)

Nem korozyonu: Yansız çözeltilerde (ne asit, ne de baz özelliği gösteren) hava etkisiyle oluşan oksit tabakası, metal yüzeyini tam olarak kaplamaz. Tabakadaki zayıf noktalarda, metalin çözünmesiyle ortaya çıkan anodik (yakıcı) ve buna karşılık olarak oksit yüzeyi üstünde gelişen katodik tepkimeyle mikroskopik elektrokimyasal «piller» ortaya çıkar. Böylece:

$$\underset{\text{metal demir}}{Fe} \longrightarrow \underset{\text{demir (II) iyonu çözeltiye}}{Fe^{2+}} + \underset{\text{metalde kalan elektronlar}}{2e} \quad \text{(anodik tepkime)}$$

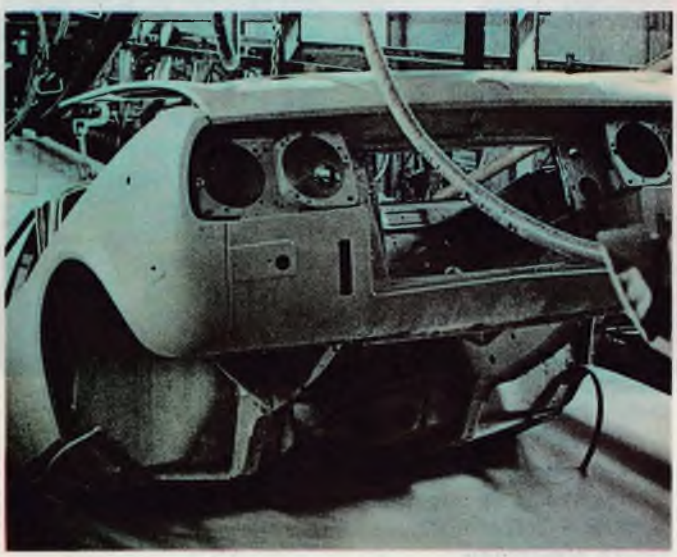
$$\underset{\text{hava oksijeni}}{\tfrac{1}{2}O_2} + \underset{\text{su}}{H_2O} + \underset{\text{oksitten geçen elektronlar}}{2e} \longrightarrow \underset{\text{hidroksil iyonları}}{2OH^-} \quad \text{(katodik tepkime)}$$

Başlangıçta çözeltide buluşan Fe^{2+} ve OH^- iyonlarından, $Fe(OH)_2$ formülüyle gösterilen katı bir ürün oluşur. Ama bu, kısa sürede, başka maddelerle kirlenmiş, demir (III) oksidin (Fe_2O_3) oldukça karmaşık yapılı hidratlı biçimi olan pasa dönüşür.

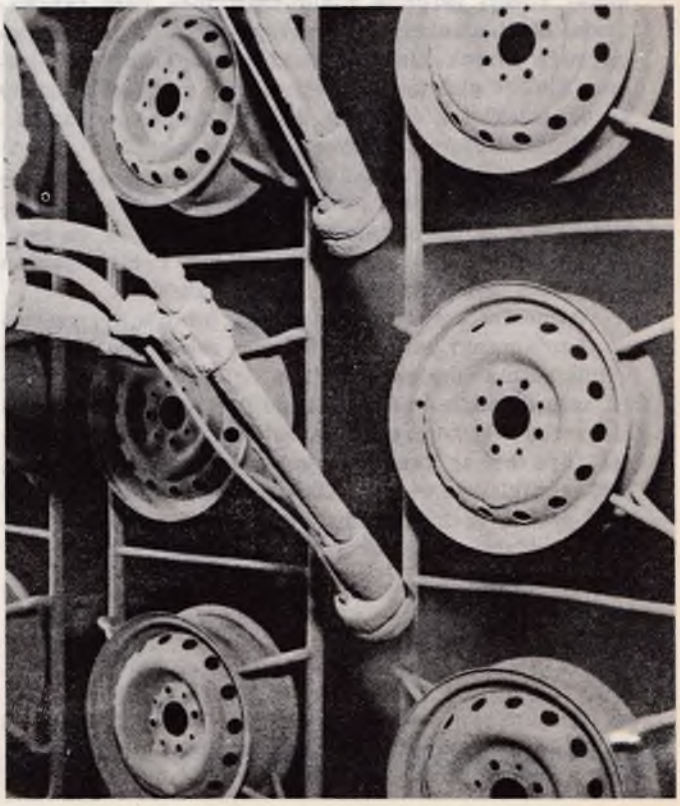
Asitli çözeltilerde, hava etkisiyle oluşan oksit genellikle hızla çözünür. Anodik çözünme tepkimesi yukarda verildiği gibidir, ama katodik tepkime aşağıdaki gibi gelişir:

$$\underset{\text{asitten gelen hidrojen iyonları}}{2H^+} + 2e \longrightarrow \underset{\text{hidrojen gazı}}{H_2}$$

İçi su dolu kil gibi belirli oksijensiz ortamlarda, katodik tepkimede, sülfat indirgeyici bakterilerin kat-



Otomobil jantlarının bir epoksi toz boyayla, dayanıklı bir koruyucu kaplama oluşturulacak biçimde boyanması. (altta)



kısı söz konusudur. Bunlar, topraktaki sülfatı sülfüre indirgerler; sülfür de metale hızla etkir.

Arı bir metale etki, katot bölgesi işlevi gören «asal» bir metalle temas sağlanarak hızlandırılabilir *(bi-metalik* ya da *galvanik korozyon)*. Bununla birlikte, metal, daha az asal (yani daha kolaylıkla etkilenen) bir metalle temas ettirilirse (bazen buna uygun bir dış akım da uygulanır) ilk metalin *katodik olarak korunduğu* söylenir. Başka bir elektriksel koruma yöntemi de *anodik koruma*dır ve metal yüzeyi üstünde ince bir koruyucu tabakanın ya da «pasif» tabakanın oluşmasına dayanır.

Yaygın olarak kullanılan bir başka koruma yöntemi de, durgun ya da akan sistemleri kapsayan, aşağı yukarı yansız çözeltilerde hem katodik, hem de anodik olayları yavaşlatan kromatlar, fosfatlar ve bikarbonatlar gibi kimyasal maddeleri, yani *inhibitör*leri içeren çözeltilerin kullanılmasıdır. Korozyondan korunma için sık sık başvurulan bir yol da kaplamadır: Sözgelimi, hava tarafından doğal olarak oluşturulan tabakanın *anotlama* ya da *fosfatlama* yoluyla kalınlaştırılması; metal kaplamaların *elektrolizle uygulanması; sıcak daldırma* (sözgelimi erimiş çinko içine daldırarak galvanizleme); plastikler, kauçuklar ve boyalar gibi organik ya da beton ve cam gibi anorganik kaplamalar. Bazı kaplamalar, hem fiziksel olarak korurlar, hem de elektrokimyasal koruma yaparlar.

Atmosfer korozyonu: Yağmurlu ve nemli atmosfer koşullarında, atmosfer korozyonu ortaya çıkar. «*Kritik nem*» diye adlandırılan belirli bir bağıl nemin üstünde, demir ve nikel gibi metallerin korozyonu, metal yüzeyi üstünde yoğunlaşan ince nem tabakasında elektrokimyasal korozyon olayının başlamasına bağlı olarak hızlanır. Kent atmosferlerindeki kükürt dioksit gibi tozlar (yoğunlaşan nemi asitleştirir) ve denizdeki tuz (sodyum klorür, koruyucu oksit tabakalarını bozar), korozyonu hızlandırır. Kirli atmosferlerden gelen ve metal yüzeylerinde biriken katı tanecikler, kökenlerine göre, korozyon yapıcı olmayabildikleri gibi, korozyona neden olabilecek ya da asitli çözeltileri metal yüzeyinde tutarak dolaylı yoldan korozyona neden olabilecek türden olabilirler.

Atmosfer korozyonunu önleme yöntemleri arasında, kaplamanın yanı sıra, kuru ve temiz bir atmosfer içinde tutma (desikatör bunun bir örneğidir), özel kağıt sargılar kullanma ve madde üstünde birikerek, etkin yerlerdeki korozyonu yavaşlatan diheksilamin nitrat türü buhar fazı önleyicilerden yararlanma gibi, özel teknikler de vardır. Korozyon bazen, bakır üstündeki patina ve havalandırılmış çelikler üstündeki koruyucu paslar gibi, dekoratif ya da koruyucu kaplamalar oluşturabilir.

KORUNUM TEKNOLOJİSİ

Günümüzde teknoloji, çevreyle birçok bakımdan çelişir. Ama çevreyi bozmadan ya da yenilenemeyen kaynakları bütünüyle tüketmeden de, yüksek bir teknoloji düzeyine ulaşılabilir.

Çevre korumada başlıca iki yaklaşım vardır. Bunlardan biri, daha etkili bir ÇEVRE KİRLENMESİ DENETİMİ yaparak ve malzeme kullanımını daha verimli hale getirerek, modern teknolojinin olumsuz etkilerini en aza indirmeyi amaçlar. «*Seçenek teknoloji*» diye de adlandırılan ikinci yaklaşımsa, GÜNEŞ ENERJİSİ toplayıcıları ve YEL DEĞİRMENİ gibi aygıtlar kullanma yoluyla, günümüzdekine göre daha az merkezileşmiş enerji üretimi tekniklerinin geliştirilmesini önermektedir. İkinci yöntem, büyük bir toplumsal değişme gerektireceğinden, gelişmiş ülkeler için pek uygun değildir; ama gelişmekte olan ülkelerde uygulanabilir. İki sistem arasındaki fark, günümüz yaşamını belirleyen büyük kentlerin, ekonomik olamayacak kadar büyük olup olmadıkları sorusunda saklıdır: Yoğunluğu günden güne artan nüfusun bütün istemlerini karşılama girişimleri, sonuçta, yaşama düzeyinin iyileşmek yerine, düşmesine neden olmaktadır.

Enerji kaynakları: Günümüzün enerji politikaları, sürekli olarak artan dünya nüfusunun istemleri-

Geleceğin yapı tipi. (üstte) Bristol'daki (İngiltere) bu iş hanında, hem ışığı içeri geçirip, hem de sıcaklığı koruyan pencereler bulunmaktadır. Lambalardan ve makinalardan çıkan ısı, dışardaki sıcaklık —2°C'a düşünceye kadar, yapının ısıtılmasına yeterli olmaktadır.
Tarlaya lağım suyunun püskürtülmesi. (altta)

ni karşılayacak yeni enerji kaynakları bulma yönünde yoğunlaşmıştır. Şimdiye kadar kullanılan ana kaynak, «fosil yakıtlar» (kömür, petrol ve gaz) olmuştur ve bunların miktarı kısıtlıdır. Nükleer enerji kullanımı günden güne gelişmektedir; ama onunla birlikte, depolama ve radyoaktif artık sorunları da artmaktadır. Öteki seçenekler arasında hidroelektrik enerji, hidrotermal enerji, jeotermal enerji, rüzgar ve güneş enerjileri vardır. Ama gelecekte yalnızca, güneş enerjisinin büyük bir kaynak durumuna geleceği sanılmaktadır (Bk. ENERJİ KAYNAKLARI).

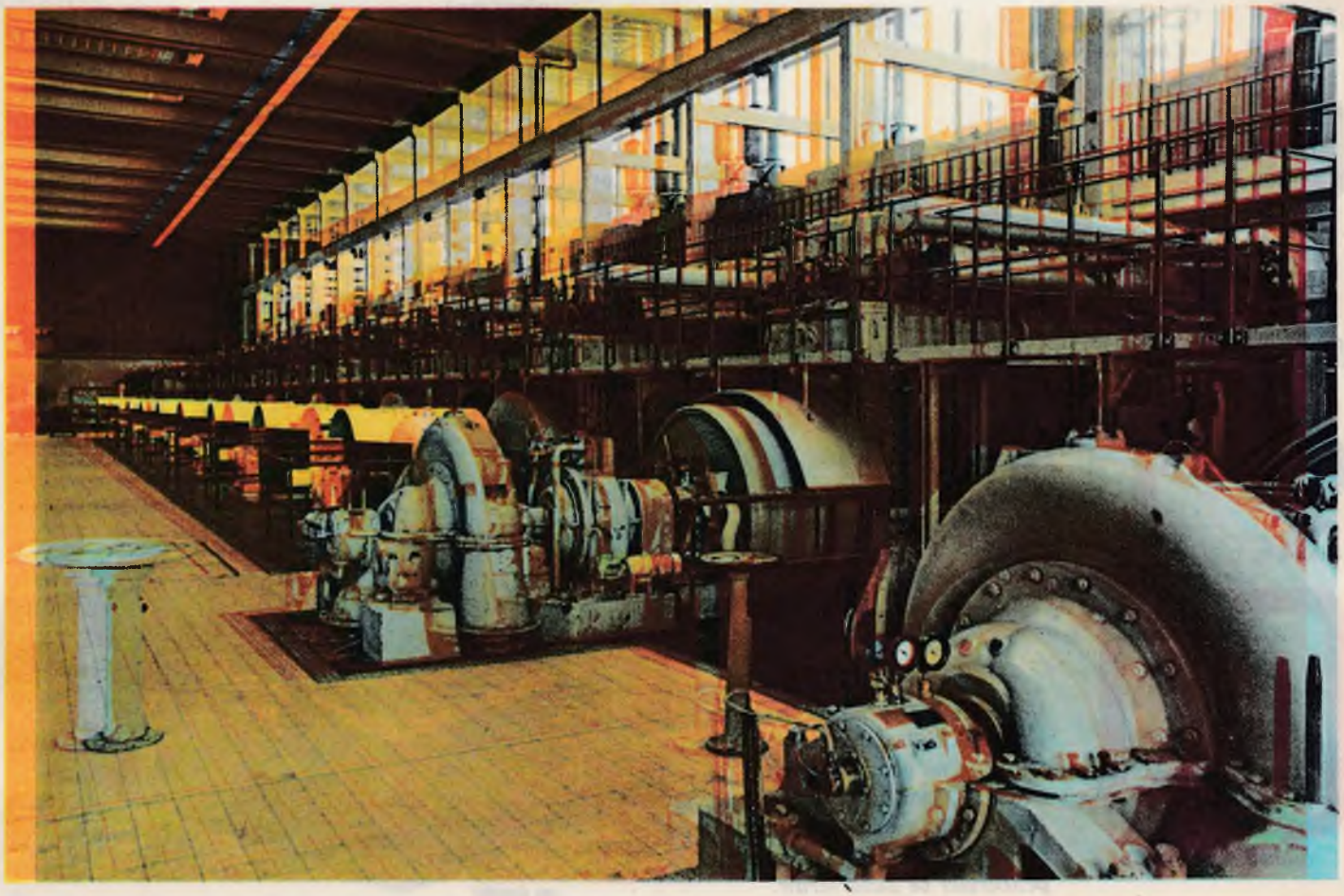
Toplam enerji: Eldeki enerji sınırlı olduğuna göre, bundan sonraki adım, genellikle «toplam enerji» sistemleri denen ve artıkları en aza indiren sistemlerle, bu olanaktan en iyi biçimde yararlanmaktır.

İster kömürle, ister petrolle, isterse nükleer enerjiyle çalışsın, enerji santrallarının veriminin düşük olması kaçınılmazdır. Bu, ısıyı tam bir verimle mekanik enerjiye dönüştürecek bir makinanın olanaksız olduğunu belirten TERMODİNAMİK'in ikinci yasasının bir sonucudur. Enerji üretiminin verimi, mutlak sıcaklığa (—273°C) oranla oldukça yüksek olan fırın sıcaklığı ile ortam sıcaklığı arasındaki farka bağlıdır.

Ortalama bir enerji santralının verimi, % 30 kadardır: Üretilen enerjinin yüzde 70'i, ya bacadan uçup gider ya da büyük soğutma kulelerinden atmosfere atılır. 38°C sıcaklıktaki, soğutulması gereken su, ne kullanışlı olabilecek kadar sıcak, ne de sistemde yeniden çevrime sokulabilecek kadar soğuktur. Ama, daha düşük bir güce razı olunursa, artık suyun sıcaklığı 90-180°C'a çıkarılabilir. Bu sıcaklık, birçok evin tek bir merkezden ısıtıldığı merkezi ısıtma sistemleri için ya da çeşitli endüstri uygulamaları için yeterlidir. Üretilecek olan elektrik enerjisinin büyük bir bölümü yeniden ısıya dönüştürüleceğine göre, sistemin ekonomik olduğu da söylenebilir. Sıcak suyu, yalıtılmış büyük depolarda saklama yoluyla, ısı/elektrik oranı bir ölçüye kadar dengelenebilir. Bu tür depoların yıllık ısı yitimi, yalnızca yüzde bir kadardır.

Böylesine verimli bir işlemin (ısıl verim yüzde 85'e kadar çıkabilir) daha yaygın olarak kullanılmaması, şaşırtıcı görünebilir. Ne var ki, enerji santral-

Artıklarla çalışan bir lağım işleme tesisinin enerji santralı. (altta) Pisliğin toplandığı depolardan çıkan metan, motorları çalıştırır (üst geçidin altında). Motorlarsa kompresörleri (yeşil) ya da jeneratörleri (sarı) çalıştırır. Basınçlı hava, depolara gelen lağımı karıştırıp havalandırır. Elektrik, artıkların pompalanmasında kullanılır. Motordan çıkan ısı ile artık ısının depolarda kullanılmasıyla gaz üretimi artırılır.



larının genellikle yakıtın bol bulunduğu bölgelerde kurulmasına karşılık, yerleşme merkezlerinin çoğu, kömür ve petrol yataklarından oldukça uzaktadır. Isının (sıcak suyun) uzaklara taşınmasıysa, ekonomik değildir. Enerji santrallarının büyüklükleri arttıkça, verimleri de artar. Bu nedenle, yerleşme bölgelerine yakın yerlere kurulan ve artık ısıyla çevredeki evleri ısıtan düşük güçlü enerji santralları, gerçekte verimli değildir. Bir yerleşme alanını bir tek kazanla ısıtan merkezi ısıtma sistemleriyse, tek tek evleri ısıtmaktan daha ekonomiktir.

Binalar: Birçok bina, büyük miktarda ısı yitimine neden olacak biçimdedir. Bu konudaki çalışmalar, iyi bir planlamayla, dışardaki sıcaklık sıfırın çok altına düşmediği sürece gerçekte hiç bir ısıtmaya gerek göstermeyen iş hanları yapılabileceğini göstermiştir. Sözgelimi, ısının önemli bir bölümü, pencerelerden yitip gitmektedir. Pencere alanının küçültülmesi ve iyice yalıtılması yoluyla, ısı yitimleri (ve sıcak havalarda ısı kazançları) büyük ölçüde azaltılmaktadır. Önce binanın inşaatını planlayıp, sonra planı ısıtma mühendislerine vermek yerine, ısıtma, soğutma ve iklimleme koşullarını, planlama aşamasında göz önüne almak («toplam enerji» yöntemi) gerekir.

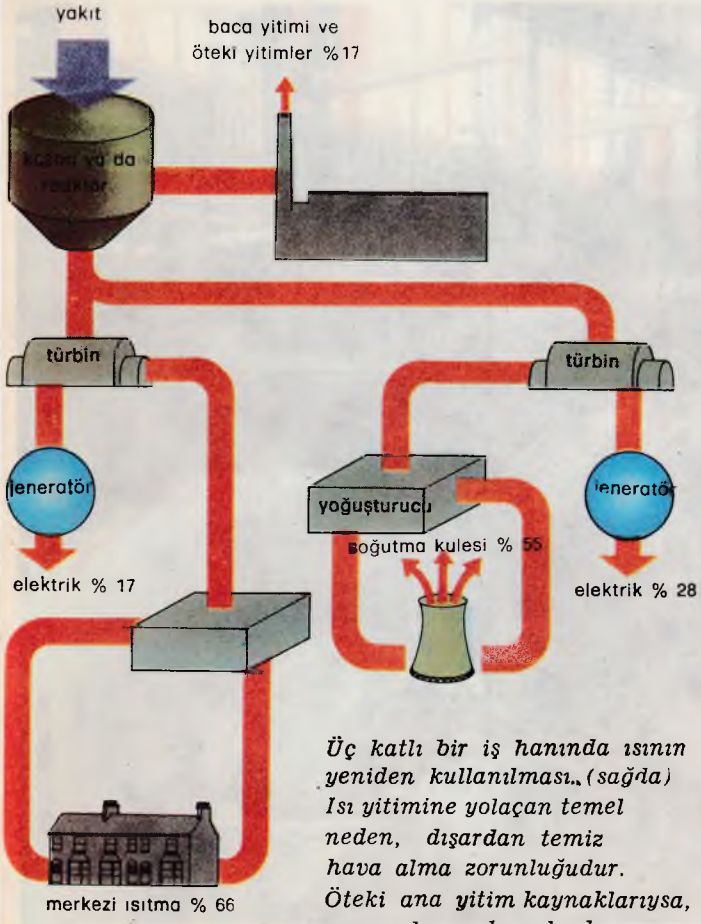
Buna benzeyen tipik bir sistemde, tavanda, lambaların asılı olduğu yerin yakınına, havayı çeken ızgaralı delikler yerleştirilmektedir. Buradan çekilen hava, lambalar, insanlar (kişi başına yaklaşık 100 watt enerji) ve büro makinaları tarafından ısıtılır. Bilgisayarlar, özellikle de bunların SATIR YAZICI'ları önemli miktarda ısı üretir. Bu ısı, daha sonra ya bir miktar temiz havayla karıştırılarak yeniden yapıya verilir ya da otomobil radyatörüne benzeyen bir ısı değiştiricisi aracılığıyla sıcak su deposuna aktarılır. Böylece bu sıcak su, gece ya da sabah erken saatlerde, yapının ısıtılmasında kullanılabilir. Sıcak havalardaysa, fazla ısı, yapının dışına atılır.

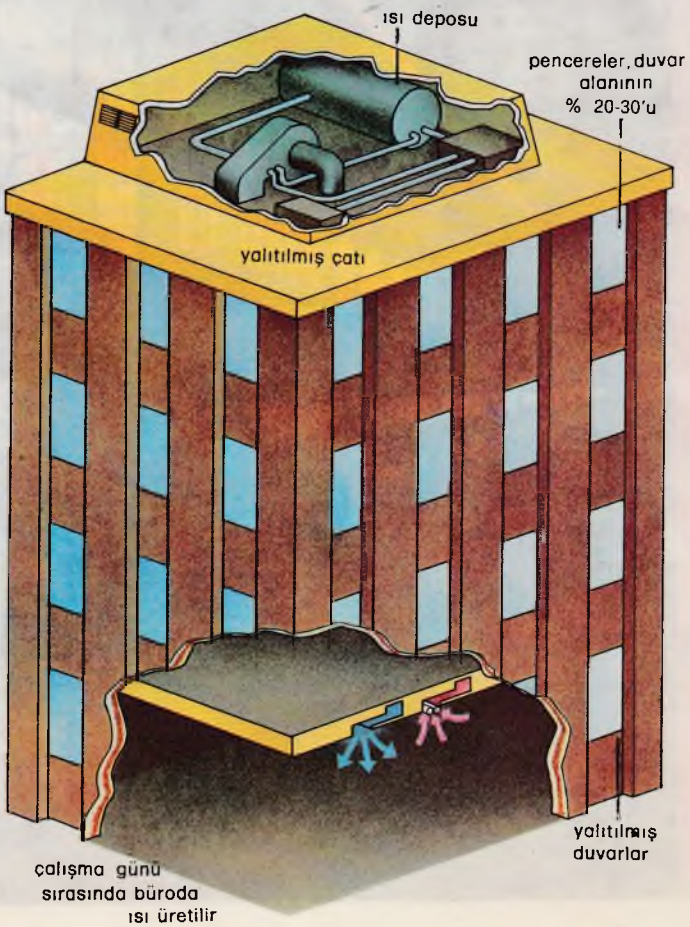
Uzun dönemler için gerçekten verimli olan bir enerji depolama yöntemi bulunsaydı, yapılacak en akıllıca iş, yazın biriken fazla ısıyı, kışa kadar saklamak olurdu. Ne var ki, bunu sağlayabilecek pratik yöntemler yoktur.

Lağım: Lağım sularının işlemden geçirilmesi, önemli miktarda elektrik gerektirir. Her gün, çok büyük miktarda lağım suyunun pompalanması ve işlem görmesi gerekir. Bunun için gerekli enerjiyse, birkaç megawattı bulur. Ama bazı tesisler, lağım gazı (genellikle metan) kullanarak, enerji bakımından kendi

---

Bir enerji santralından çıkan enerjinin tüketildiği yerler. (altta)





Üç katlı bir iş hanında ısının yeniden kullanılması. (sağda) Isı yitimine yolaçan temel neden, dışardan temiz hava alma zorunluğudur. Öteki ana yitim kaynaklarıysa, pencereler ve duvarlardır.

kendine yeterli duruma gelmiş, hattâ birkaçı, fazladan elektrik üretmeye başlamıştır. Depolarda toplanan gazın yakılmasıyla ısı üretilmektedir. Artık ısı ile ALTERNATÖR'lerin soğutulmasından elde edilen ısıysa, lağım pisliğinin depolandığı tankları ısıtmak için kullanılmaktadır.

Katı artıklar, genellikle toprağı zenginleştirmek için kullanılır. Ama, kimyasal endüstri artıklarının bu yolla çevreye yayılmaması için, artıkların sıkı bir denetimden geçirilmesi gerekir.

Hayvan gübresinden çıkan metan da, çiftliklerde taşıtları çalıştırmak için kullanılabilir: Sıradan bir otomobil motoru, bazı küçük ayarlamalarla, metanla çalışabilecek hale getirilebilir. Bu, gelişmekte olan ülkeler için çok elverişli bir tekniktir.

Yeniden değerlendirme: Kullanılan maddelerin büyük bir bölümü, işi bitince atılmaktadır. Kağıtlar, metaller, eski kumaşlar, cam, plastikler, vb., biraz değişik bir biçimde de olsa, yeniden kullanılabilecek ya da yeniden değerlendirilebilecek malzemelerdir. Sözgelimi cam, öğütüldükten sonra yol kaplama işinde başarıyla kullanılabilir. Kül ve cüruf gibi birçok endüstri artığı da, aynı alanda ya da inşaat malzemesi olarak yararlı olabilir.

Evlerde ve fabrikalarda ortaya çıkan artıklardan, kullanılabilir maddelerin ayıklanması için yapılan çalışmalar ilerlemektedir. Plastiklerin ve organik maddelerin içinde, yağ ve gaz yapımında kullanılan hidrokarbonlar bulunur.

Artıkların doğrudan değerlendirilmediği durumlarda, bunların yakılmasından elde edilecek ısıyla elektrik üretilebilir. Bu gibi çöp yakma tesislerinin enerji üretimi, modern bir enerji santralınınkine oranla yüksek değildir. Çünkü, ev ve fabrika artıklarının ısıl değeri (ısı üretme kapasitesi), düşük nitelikli kömürün ancak yarısı kadardır. Bununla birlikte, artıkların yakılmasından elde edilen kül yararlı olabilir. Yanmamış maddeler filtre ve ızgaralarla temizlendikten sonra (demirli metaller mıknatıslarla toplanır), geri kalan kül, yol yapımında kullanılır. Kül içindeki alüminyum ve bakır gibi antimagnetik metallerin ayıklanmasını sağlayan yöntemler de geliştirilmiştir.

KORUNUM YASALARI

Fizikteki bazı temel ilkeler, «korunum yasaları»yla belirtilir. Bütün bilimsel yasalar gibi, korunum yasaları (ya da sakınım yasaları) da, insanoğlunun gözlemlerini özetleyip genelleştiren deneysel tanımlardır ve bilimin öteki dallarında sağlanan ilerlemelerle geliştirilmişlerdir.

Başlıca üç korunum yasası vardır; bunlar momentumla, kütleyle ve enerjiyle ilgilidir. Korunum yasaları, söz konusu özelliklerin yoktan var olmadığını ya da yok olmadığını, yalnızca biçim değiştirdiğini belirtir. Başka bir deyişle, bu yasalarda, evrende maddenin sürekli olduğu söylenir.

Momentumun korunumu: Bir cismin momentumu, o cismin kütlesi *(m)* ile hızının *(v)* çarpımıdır (Bk. DİNAMİK) ve *vektörel* bir büyüklüktür. Yani momentumun, hem büyüklüğü ($m \times v$'ye eşittir), hem de yönü (cismin hareketi ile aynı yöndedir) vardır.

Momentumun korunumu yasası, hem tek tek cisimler için, hem de birden çok cismi içeren sistemler için geçerlidir. Çok cisimli sistemlerde, momentumun korunumu yasası, dıştan bir etki olmadıkça, birbirleriyle etkileşen ve çarpışan sistem öğelerinin tek tek momentumları değişse bile, sistemin toplam momentumunun değişmediğini belirtir. Sistemin toplam momentumu, belli bir zamanda tek tek momentumların vektörel toplamına eşittir. Cisimlerin hızlarının ve kütlelerinin yanı sıra, yönlerinin de göz önüne alınması gerektiğinden, burada vektörel toplam kullanılır.

Tek cisimli sistemlerde (sözgelimi, uzaydaki bir göktaşı), momentumun korunumu yasası, NEWTON'un birinci hareket yasasına dönüşür: Cisim, bir dış kuvvet uygulanmadıkça, ya hareketsiz kalır ya da düzgün doğrusal hareketini, hızını ve yönünü değiştirmeksizin sürdürür.

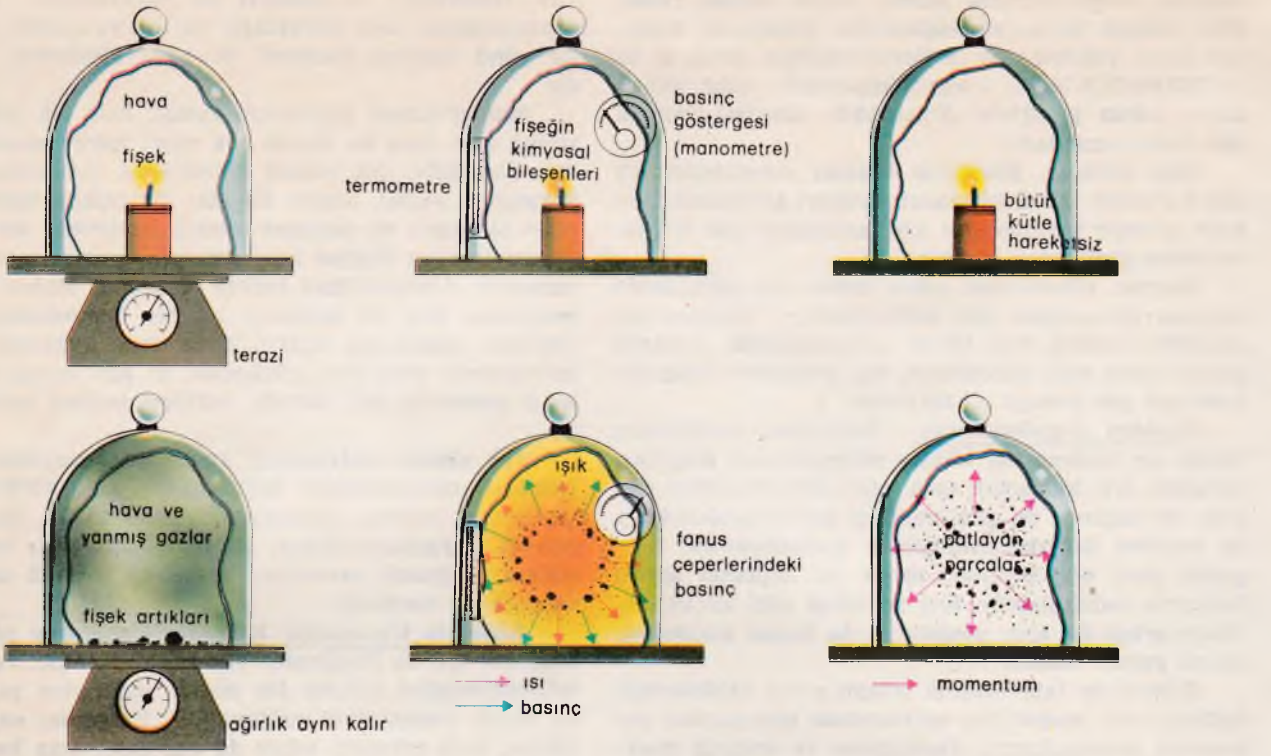
Kütlenin korunumu: Kütlenin korunumu yasası, kütlenin (ya da maddenin) yaratılamayacağını ve yok edilemeyeceğini belirtir. Bir madde parçasının yalnızca biçim değiştirmesi sağlanabilir. Sözgelimi su, ısıtılırsa, önce genleşir, sonra da gaz olur; ama her iki durumda da kütle yitirip, kazanmaz.

Bir odun parçası yandığında, bir kütle yitimi gözlenir. Ama bu, söz konusu kütlenin yok olduğunu göstermez. Bir bölümü buharlaşır, bir bölümü de odunu oluşturan kimyasal maddelerin oksidini ortaya çıkaracak biçimde havadaki oksijenle tepkimeye girer. Başka bir deyişle, çeşitli kimyasal maddeler, yalnızca yeni bileşiklere dönüştürülmüş olur; ama sistemdeki toplam madde miktarı, ne artmış, ne de eksilmiştir.

Enerji korunumu: ENERJİ, çeşitli biçimler alabilir: Mekanik enerji, elektriksel enerji, kimyasal enerji ya da ısı, ışık, ses, atom, molekül, çekirdek enerjisi gibi. Enerji, insanoğlunun evreni algılamasında temel kavramdır ve fizikteki en önemli büyüklüklerden biridir. Evrenin algılanması, enerjinin, göze ışık biçiminde, deriye ısı halinde, kulaklara da ses biçiminde ulaşması sonucudur. Bununla birlikte, fiziksel bir büyüklük olarak enerji, kütle, uzunluk ve zaman birimleri cinsinden gösterilir: Enerjinin birimi jul (1 kgm^2/sn^2) ya da 1 Nm'dir (newton-metre).

Enerjinin korunumu yasası, enerjinin yaratılamayacağını ya da yok edilemeyeceğini, yalnızca biçim değiştirebileceğini söyler. Cisimlerden oluşmuş bir sistem, evrenin geri kalan bölümünden soyutlanırsa (ya da böyle bağımsızlığı olan bir sistem tanımlanabilirse), bu yasaya göre, sistemin enerjisi hiç değişmez.

Düzgün bir yüzey üstünde yuvarlanan üç bilardo topu örnek alınırsa, bu sistemdeki toplam enerji, topların kinetik enerjilerinin toplamıdır. Kinetik enerji, bir cismin hareketinden doğan enerjidir. Bu enerji korunduğundan, toplar arasında oluşacak bir çarpışma, her topun enerjisinin yalnızca yeniden düzenlenmesini sağlayacaktır. Bununla birlikte, uygulamada her



Kütlenin korunumu: Fanusdaki gazlar ve fişeği oluşturan maddeler, büyük bir kimyasal dönüşüme girerler, ama toplam kütle ve ağırlık değişmez.

Enerjinin korunumu: Patlama sırasında açığa çıkan ısı, ışık ve basınç, fişekteki kimyasal maddelerde depo edilmiş gizli enerjiden çıkar.

Momentumun korunumu: Patlayan parçaların farklı hızları ve kütleleri toplanırsa, bütün yönlerde hareket eşit olduğundan, toplam momentum sıfırdır.

çarpışma, sistemin dışına salınan, ama yitmeyen ses enerjisi yaratır. Çarpışmalar sırasında aynı zamanda, ısı etkileri ve sürtünme yitimleri de olacaktır; ama bütün bu enerjiler toplanırsa, toplam enerji, sistemin asıl enerjisine eşit olacaktır.

Kütle-enerji eşdeğerliliği: Bazı nükleer tepkimelerde (sözgelimi bir atom bombası patlamasında) kütlenin yitip enerjinin ortaya çıkması, hem kütle, hem de enerji korunumu yasalarına aykırı bir durum gibi görünüyordu. Ama Albert EİNSTEİN, bu çelişkiyi ünlü $E=mc^2$ eşitliğiyle açıkladı. Buna göre, kütle ve enerji eşdeğerlidir ve birbirine dönüştürülebilir. Böylece, iki yasanın birleştirilmiş biçimi «kütle-enerji korunumu yasası» diye adlandırılır ve *kütle-enerji* dönüşümlerinin söz konusu olduğu özel durumlarda kullanılır. Yeryüzünde doğal olarak bu dönüşümlerin olabileceği koşullara raslanmasa da (yıldızlarda ve güneşte her zaman oluşur), bu birleşik yasa, iki ayrı yasayı da kapsar ve bir çelişki oluşturmaz.

KOZMETİK ÜRETİMİ

Kozmetikler, cildi ve saçları güzelleştirmek için eski çağlardan beri kullanılmaktadır. 1922 yılında, firavun Tutankamon'un (İ.Ö. 1350 yılları) mezarı açıldığında, merhemler içeren kapların, merhemin yapımında kullanılan bitki yağları (kokulu bitki özleri) nedeniyle hâlâ güzel koktuğu görülmüş, mezarda bir tür göz boyası olan *kohl* da bulunmuştur. İngiltere'de de XVI.yy'da aşıboyası ve «kırmız»ın (kırmızböceğinden elde edilen boyarmadde) dudak boyası olarak kullanıldığı bilinmektedir.

Kozmetik üretimi, Hollywood'un etkisi ve seri üretim tekniklerinin ortaya çıkması sonucunda 1920 yıllarından sonra gelişti. Seri üretim yöntemiyle yapılan kozmetikler, ucuz fiyatlarla satılmaya başlandı. Kozmetik üretimi üç ana kola ayrılabilir: Dudak boyaları ve benzerleri; kremler ve losyonlar; pudralar.

Temel maddeler: Kozmetik üretiminde genellikle, emülsiyonlaştırılmış yağ ve su ya da suda çözünen maddelerin karışımlarına dayanan çeşitli maddeler kullanılır. Kullanılan yağlar içinde, sıvı parafin, vazelin ve hintyağı gibi yağlar ile lanolin gibi katı yağlar vardır. Yağların yükseltgenmesi (yağları küflendiren bir süreç) nedeniyle kozmetiklerin bozulmasını önlemek için, içlerine az oranda yükseltgenmeyi önleyici maddeler katılır.

Bunlara ek olarak, kozmetik maddelerine çoğunlukla parfümler, renklendiriciler, nemlendiriciler, a-

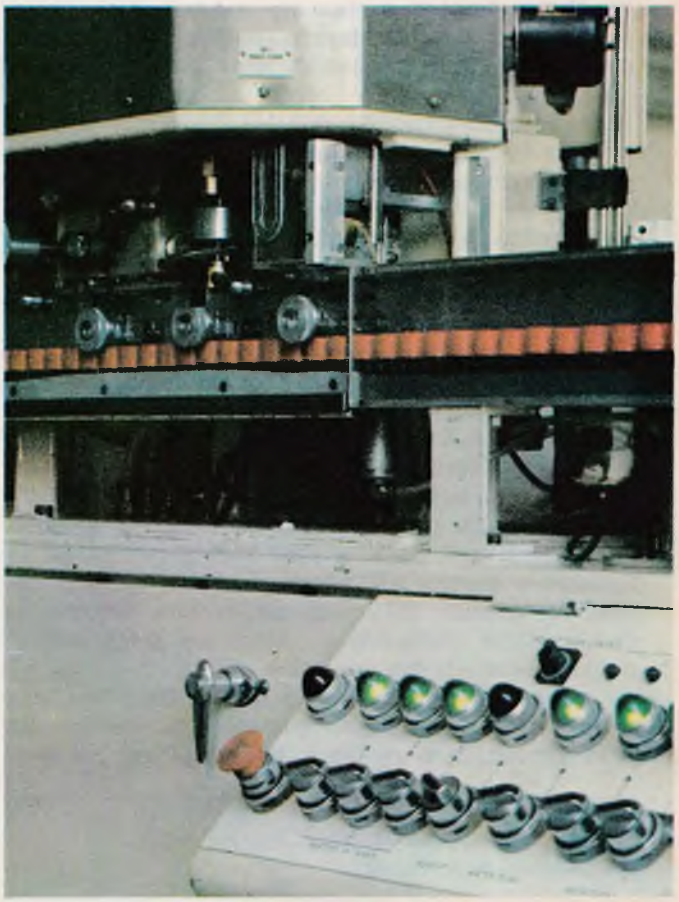
lantoin (derideki yaraları iyileştirmeye yarayan hafif bir madde) ve bakteri yok edici maddeler eklenir. Sertliği veren, balmumu ve karnoba mumudur. Kalıp makyaj maddeleri, ince toz halinde kaolen (porselen kili), talk, çinko oksit ve magnezyum oksit gibi maddelere dayanır.

Kozmetik maddeleriyle ilgili yasalar, ülkeden ülkeye değişir. Bu son derece önemlidir; çünkü bazı maddelerin, sözgelimi kanser yapıcı olmaları, kozmetiklerde kullanılmalarını tehlikeli kılar. A.B.D'nde FDA (Besin ve İlaç Yönetimi), kozmetikleri oluşturan bütün maddelerin, kutuların ya da paketlerin üstüne yazılması zorunluğunu getirmiştir. Ancak, meslek sırları korunmaktadır.

Dudak boyası: Dudak boyası (ya da ruj) üretimi oldukça ilginçtir. Dudak boyaları temelde, yüksek nitelikli mumların (balmumu, kandelilla, karnoba), sıvı yağların (genellikle hintyağı) ve katı yağların bir karışımıdır. Bunlar, buhar gömlekli kazanlarda eritilir ve çözeltiye, daha önce yağın bir bölümüyle işlenmiş olan renklendirici katılır. Karışım, yumuşayıncaya kadar birkaç saat karıştırılır. Bu sırada, hem renk denetiminden geçirilir, hem de ruja, tat verici maddeler eklenir. Son işlem, vakum işlemiyle hava kabarcıklarının giderilmesidir. Bundan sonra parlak karışım, süzülerek soğumaya bırakılır.

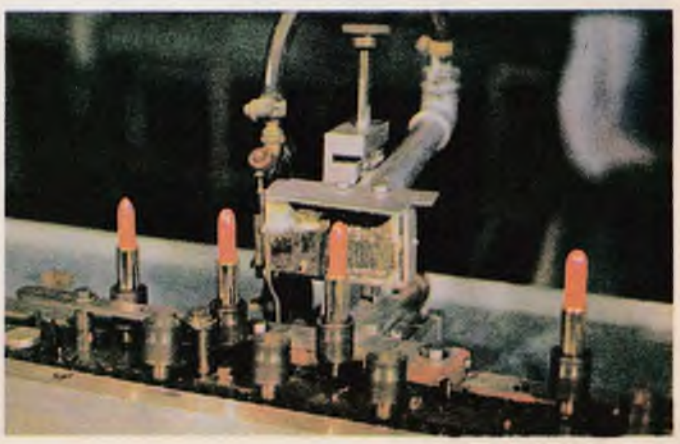
Karışım, pazarlanmadan önce yeniden eritilir ve sıvı, doldurma makinasına akıtılıp sıcak kalıplara doldurulur. Kalıplanan rujlar hızla soğutulup, tutamaçlara geçirilir. Daha sonra, bir alevden geçirilen ruj, hem mikroptan arındırılır, hem de parlak bir cila kazanması sağlanır.

Kremler ve losyonlar: Bu ürünler, cildin «*sebum*» adı verilen ve derialtı yağ bezleri tarafından salgılanıp, sabun ve deterjanların etkisiyle yitirilen ya da zarar gören doğal nemlendiricisine katkıda bulunur. Tipik bir yüz kremi formülü, % 14 madensel yağ, % 9 balmumu, % 4 ispermeçet (beyaz bir mum), % 5 lanolin, % 15 arakis yağı, % 0,2 antioksidan, % 0,9 boraks, % 0,1 bakteri yok edici madde ve % 55 ora-



Dudak boyasına katılacak renklendiricilerin tartılması. (sağda üstte)

Otomatik ruj doldurma makinası (sağda ortada), kalıplama ve alevden geçirme işlemlerini de gerçekleştirir. Resimde görülmeyen bir vericide, aynı zamanda kalıplama görevi de yapan koruyucu akrilik başlıklar vardır. Ray, rujların doldurulduğu doldurma yerine doğru ilerlerken, boş kaplar kırmızı tutamaçlara yerleştirilir. Burada rujlar, diplerinden doldurulur, bir ısıtma bölümünden ve soğutma tünelinden geçtikten sonra, dip ve üst montajı için paketleme masasına getirilirler.



Yarı otomatik ruj yapımında, rujlar, kalıplardan alındıktan sonra, hafif bir parlaklık veren gaz alevinden geçirilir. (sağda altta)

nında sudan oluşur. Yağ ile su, ayrı ayrı 75°C'a kadar ısıtılır. Su, yağa katılarak karıştırılır. 40°C'a kadar soğutulduktan sonra, karışıma parfüm katılır ve kararlılığını artırıp, yapısını kalıcı kılmak için, homojenleştirilir. Krem rimeller ve allıklar da buna benzer biçimde yapılır.

Sıkıştırılmış pudralar: Bu ürünler, kullanım kolaylıkları ve kalıcı olmaları nedeniyle yaygın biçimde kullanılırlar. En yaygını, talk, kaolen, çinko oksit ve çökeltilmiş kireç taşı karışımından yapılan yüz pudrasıdır. Yüz pudraları, lanolin türevleri, mum, titanyum ve demir oksitleri gibi renklendiriciler de içerirler. Nemlendirici ve parfüm gibi sıvı bileşenler, pudraya, karıştırma bandındayken püskürtülür. Homojen olması için ürün karıştırılır, içine karışan havanın çıkması için bekletilir ve bir ya da iki aşamada, 14 - 17 bar basınçta sıkıştırılarak kalıp oluşturulur.

Toz farlar, % 60 oranında talk ve bir yumuşatıcı (cildi yumuşatan bir madde) içerirler. İçlerinde ayrıca uygun renklendiriciler vardır. Yaldızlı farlarda, ince çekilmiş alüminyum gibi metaller ve doğal ya da sentetik sedefli maddeler kullanılır.

Çeşitli ürünler: % 25 oranında katı madde içeren tırnak cilaları (ojeler), tabaka oluşturucu (nitroselüloz reçine) ve kıvam verici maddeler ile hidrokarbon çözücü ve asetat içeren bir çözücü içinde bulunan renklendiriciden oluşurlar. Tırnak boyaları kuruyunca, sert ve parlak bir tabaka ortaya çıkar.

Kozmetik ürünlerin çoğuna katılan bir madde olmasının yanı sıra parfüm, tek başına da önemli bir kozmetiktir. İlk parfüm yapımcılarının, bir tapınma eylemi olarak, hoş kokulu ağaç kabuklarını yakan ve kurbanları kokulu maddelerle dolduran rahipler olduğu söylenebilir. Bu uygulama, parfüm sözcüğünün türetildiği ve «dumandan» anlamına gelen latince *per fumum* sözcüğünü de açıklar.

X. yüzyılda yaşayan Arap hekimi İbni Sina, damıtma yoluyla çiçeklerden parfüm elde etmiştir. En yalın yöntem, taze çiçekleri, bitki saplarını ve kökleri bir kaba toplayarak kaynatmaktır. Kaynayan su, bitki hücrelerinin içine işleyerek, buharlaşmış bitki yağlarını çıkarır. Daha sonra yağlar, damıtma yoluyla toplanır. Günümüzde organik kimyacılar, bitki yağları içindeki belirli maddeleri ayrıştırarak, çeşitli parfüm bileşikleri elde etmeyi başarmaktadırlar. Parfüm bileşiğinin % 5'ten % 15'e kadarı alkolde çözülür, süzülür ve paketlenir.

Yeni bir parfümün standart bir parfümle karşılaştırılması. (altta)

KÖMÜR KATRANI

Kömür katranı, ilk kez 1882'de Leith yakınında Dr. Longstaff ve Dr. Dalton tarafından damıtıldı. XIX. yüzyılda yeni organik bileşiklere, özellikle de AROMATİK BİLEŞİKLER'e duyulan ilgi arttı. 1843'te Hofmann, kömür katranı içinde anilin bulunduğunu ortaya çıkardı. 1845'te de benzenin varlığı saptandı.

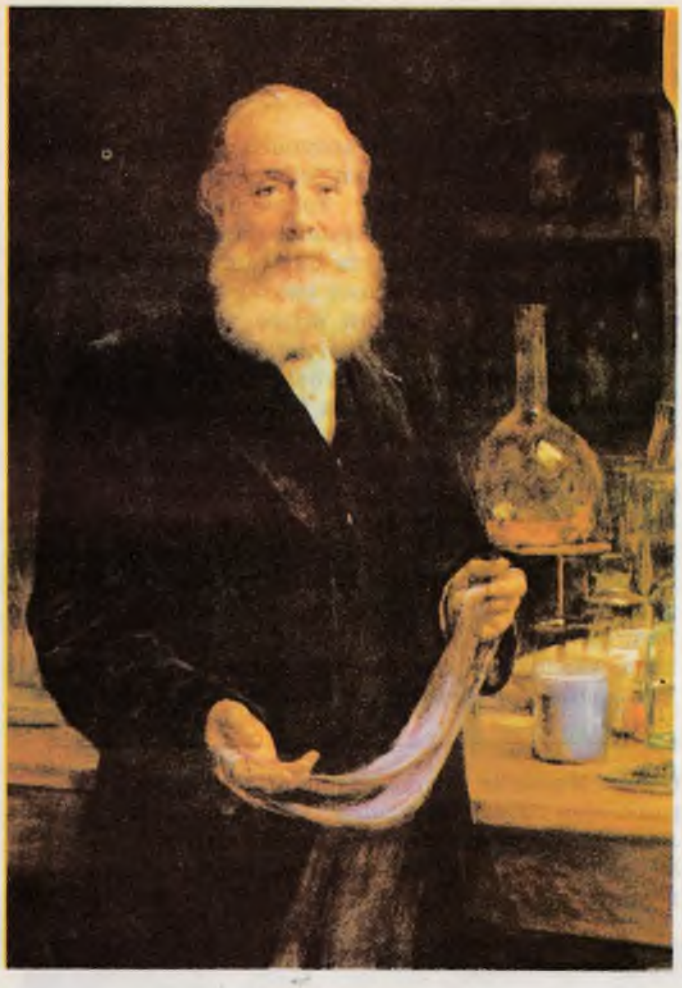
Yıllarca, yalnızca kömür katranından elde edilen benzen günümüzde, «sıyırma» yoluyla havagazından ya da petrolden de çıkarılmaktadır.

Kömürün karbonlaştırılması: Bitümlü kömür karbonlaştırıldığında, yani yüksek sıcaklıklara dayanıklı tuğla fırınlar içinde, havasız ortamda 900-1300°C'a kadar ısıtıldığında, koka dönüşür. Bu işlem, düşük sıcaklıklarda, evlere verilen havagazı üretimi için uygulanır. Daha yüksek sıcaklıklarda üretilen tür, metalürji kokudur ve ortaya çıkan gaz, yakıt olarak kullanılmaya uygun değildir. İki durumda da, çıkan yan ürünler, gaz, su buharı, katran ve amonyaktır. Bunlar damıtma sonucu toplanırlar.

Kömür katranının damıtılması: Bir ton kömür damıtılırsa, birbirinden ayrımsal DAMITMA'yla ayrılabilen çeşitli kimyasal bileşiklerin bir karışımı olan, kalın, siyah, soğuyunca yoğunlaşan 36 litre katran elde edilir. Bu katranın alkalilerle yıkanmasıyla, fenol gibi asitli aromatik bileşiklerin, seyreltik sülfat asidiyle yıkanmasıyla da bazik aromatik bileşiklerin ayrılması sağlanır. İkinci bir damıtma, daha ileri ayrımlara olanak tanır. Kömür katranında, % 5 oranında çözünmüş ham benzen (hafif yağ) vardır. Düşük kaynama noktaları olan bileşikler içerdiği için, benzenin bir bölümü gaz akımı içinde kalır. Bunun ayrı bir işlemle ayrılması gerekir.

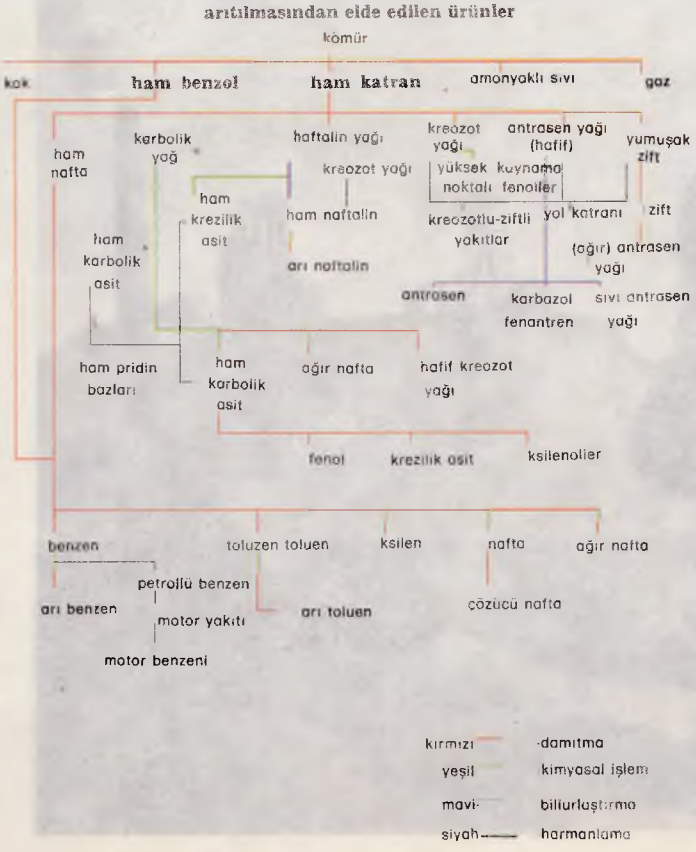
Kaynama noktalarına göre dört ürün elde edilir: Ham benzol (80°C ile 170°C arasında); orta ya da karbolik (fenollü) yağ (170°C ile 230°C arasında); «katran ruhu» da denen ağır yağ ya da kreozot (230°C ile 270°C arasında); antrasen ya da yeşil yağ (270°C ile 400°C arasında). Kalan artık, zifttir. Zift, yol yapımında, dumansız yakıt briketlerinin üretiminde, yapıştırıcı madde olarak ve alüminyum eritmede gerekli olan büyük karbon elektrotların yapımında kullanılan çok yararlı bir maddedir.

Benzolün içinde benzen, toluen ve ksilen vardır. Orta yağda fenol ve naftalin, ağır yağda krezoller, antrasende ise antrasen ve benzeri bileşikleri bulunur. Kömür katranı, ticari bakımdan yalnızca ana türlerinin önemli olmasına karşılık, 200'ün üstünde kimyasal bileşik içerir.



Kömür katranına dayalı kimyasal maddelerden oluşan İngiliz boya endüstrisinin kurucusu W. H. Perkin. (solda üstte)

Kömür katranının asitli bileşenlerinin ayrılmasında kullanılan imbik ve toplama tanklarını gösteren bir çizim. (solda altta) Burada, orto, meta, para krezollerin bir karışımı olan krezilik asit, ksilenoller ve fenol üretilir.



kömür katranının damıtılmasından ve benzolün arıtılmasından elde edilen ürünler

---

Gaz sıyırma: Kömürün her tonu, havagazından yağ yıkama ya da etkin karbon (gözenekli bir tür odun kömürü) üstünde tutunma yoluyla, 14 litre dolayında benzol verir. Yıkamada kullanılan yüksek kaynama noktalı yağlar, dişli yağı, kreozot (bir katran yağı) gibi petrol ürünleri ya da bir organik çözücü olan tetralin olabilir. Ham benzol yağda çözünür ve karışımın buharla ısıtılmasıyla damıtılır. Bu damıtma ürünü, benzen, toluen, ksilen ve çözücü nafta içerir. Buhar, aynı zamanda, etkin karbon tarafından tutulmuş benzolün geri kazanılmasında da kullanılır.

Kömürden elde edilen aromatiklerin kullanım alanları: Perkin'in, kömür katranı anilinden kinin bireşimlemeye çalışırken, 1856'da bir raslantı sonucu önemli bir boya olan moveini bulması, gaz endüstrisinden bu yan ürünü elde etme olanaklarının araştırılmasına yolaçtı (o dönemde kömür katranı, bir tahta koruyucusu, kreozot olarak kullanılıyordu).

Antrasen, 1868'de bireşim yoluyla hazırlanan ilk boya olan alizarin'in hazırlanmasında kullanılan bir başka kömür katranı bileşeniydi ve 1901'de indantren tekne boyalarının bulunmasıyla yeniden ön plana çıktı. Naftalin, çivitin bireşiminde kullanılan başlangıç maddesidir.

Kömür katranı bileşiklerinden elde edilen önemli ürünler yalnızca boyalar değildir. Çok sayıda parfüm, koku ve tat verici madde, ilaç, antiseptik ve patlayıcı da kömür katranından çıkarılır. İlk parfüm, 1868'de salisilaldehitten, Perkin tarafından bireşimlenmiştir.

Kömür katranı bileşenlerinin çoğundan, çeşitli ürünlerin üretiminde yapı taşları olarak yararlanılır. Bazılarıysa olduğu gibi kullanılabilir. Bir böcek ilacı olan naftalin, çeşitli boyaların başlangıç maddesidir. Fenol ise, antiseptik (karbolik asit), plastik (bakalit), salisilik asit (aspirin), fenasetin ve antiseptik özellikleri de olan patlayıcı pikrik asit (önceleri sarı boya olarak kullanıldı) yapımında kullanılır. Benzen gibi toluen de, çeşitli yararlı bileşiklerden boyaların, patlayıcı trinitrotoluenin (TNT), novokainin ve sakarinin başlangıç maddesidir. Yağlı ve çok yanıcı bir sıvı olan benzen, nitrobenzen, anilin ve daha binlerce ürünün ana maddesidir. Aynı zamanda reçineler ve yağlar için iyi bir çözücüdür ve yakıt olarak da kullanılır.

KÖMÜR MADENCİLİĞİ

Kömür yatakları, 250-400 milyon yıl öncesinin sıcak ve nemli iklimlerinde yetişen büyük orman bitki-

lerinin kalıntılarından oluşmuştur. Bu bitkiler ölerek çürümüş ve zamanla, karaları kaplayan denizlerin biriktirdiği tortular altına gömülüp katılaşmıştır.

Çinlilerin üç bin yıl önce kömür kullandıkları söylenmektedir; ama öteki uygarlıkların kömürden yararlandıklarını gösteren herhangi bir kanıt yoktur. Venedikli gezgin Marco Polo, yazılarında, XIII. yüzyılda Çin'deki gezileri sırasında dağlardan çıkarılan siyah bir taşın yakıldığından söz eder.

Yüzlerce yıl önce, Avrupa büyük ormanlarla kaplıydı, ama zamanla bu ormanların yok olması, yakacak olarak odunu, oldukça pahalı bir kaynak haline getirdi. Bu nedenle, kömürün bulunması ve işletilmesi, ekonomik bakımdan büyük önem kazandı. Kömürün yeraltından çıkarılışına ilişkin kanıtların bulunduğu ilk belge, yaklaşık İ.S. 1200 yılında Liegeli (Belçika) bir keşişin günlüğüydü. Bu günlükte, yakacak olarak kullanılan ve mangal kömürüne benzeyen siyah bir topraktan söz edilmektedir. XIII. yüzyıldan XVI. yüzyıla kadar Liège çevresi, dünyada en çok kömür tüketen bölge oldu.

XVII. yüzyılda kömürün odunun yerini alması, Endüstri Devrimi'nin temelini oluşturdu. Ne var ki, kömür ateşi, odun ateşinden çok daha kirliydi ve sorunun üstesinden gelmek için, birçok endüstri dalında, bütünüyle yeni bir teknoloji geliştirmek gerekti. Sözgelimi, bira fabrikalarında, hammaddelerin kurutulmasında ilk kez kömür ateşinden yararlanıldığında, bu yolla üretilen biranın içilemeyecek kadar kötü olduğu görüldü. Kömür kullanımı, seri üretimin başlamasına da katkıda bulundu. Cam endüstrisinde kömür ateşi, büyük miktarda düz cam üretimi sağladı; ancak, cam üfleyicilerince tek tek parçaların imal edilmesi, dumanlı ve zehirli ortam içinde çok daha zorlaştı.

Kömür ekonomisi ve teknolojisi geliştikçe, madenlerdeki güvenlik sorunu da büyüdü. İlk uygulamalar, kömürün kolayca elde edilebildiği yerlerde yapılan açık kazılardı. Bu kaynaklar tükenmeye yüz tutunca, ilk maden kuyuları açılmaya başlandı. Ama kuyular, havalandırma, drenaj ve tavan destekleme gibi teknik zorluklar çıkarıyordu. İlk yeraltı madenleri, su kuyularına benziyordu. Bunlar, yaklaşık 1,8 m çapında, 9-10 metre derinliğe inen kuyulardı. Kuyu tabanı çevresindeki kömür, birkaç metrelik yarıçapa kadar kazılıyor ve kuyudan yukarı elle, sepetler içinde çekiliyordu. Bu tür kazılara «*çan kuyusu*» denilirdi.

George Walker'ın «The Costume of Yorkshire» adlı yapıtından (1814) bir maden işçisi resmi (altta). Resimde kömür taşımak için yapılan buharlı lokomotif ve maden çıkarmaya yarayan vinç de yeralmaktadır.

Madenler, derinleşip karmaşıklaştıkça, oldukça ehlikeli olmaya başladı. Güvenlik önlemleri genellikle, büyük kazalardan sonra geliştiriliyordu. Havalandırma sorununa bulunan ilk çözümlerden biri, çalışma alanına paralel ikinci kuyu açmaktı. Ayrıca, oksijen yetersizliğine insanlardan daha önce tepki gösterdiklerinden, madenlere kuşlar indiriliyordu. Başka bir sorun, kazıyla ortaya çıkan kömür damarlarının dışarı verdiği tutuşabilir metan gazıydı. Madenciliğin eski günlerinde bu soruna bulunan çözüm, bir kişinin ıslak paçavralara sarınarak, eline bir sopanın ucuna tutturulmuş yanan bir fener alıp taban boyunca ilerlemesiydi. Bu deneyden sonra maden güvenli sayılırdı. Söz konusu yöntemlerle karşılaştırıldığında, günümüzün güvenlik önlemleri oldukça ileri sayılabilir. Ancak, günümüzde de çok sayıda işçinin ölümüyle sonuçlanan kazalar olmaktadır.

Kömür çeşitleri: Yanarken gösterdiği özelliklere, depolandığında hava koşullarına göre değişme niteliğine ve gaza dönüşebilir bileşenlerinin miktarına göre sınıflandırılan kömürün üç ana türü, *linyit, taş kömürü* ve *antrasit*tir.

Linyit, kahverengimsi siyah renktedir; havayla karşılaşınca parçalanır ve kendiliğinden, içten içe yanar. Bu özellikleri nedeniyle, depolanması oldukça zordur. En çok bulunan kömür türü, birkaç alt sınıfı olan taş kömürüdür. Taş kömürü uzun süre depolanabilir. Antrasit, parlak siyah renklidir ve bazen süs eşyası yapımında da kullanılır. Yavaş yanar ve evlerde kullanılan bir yakacak olarak çok değerlidir.

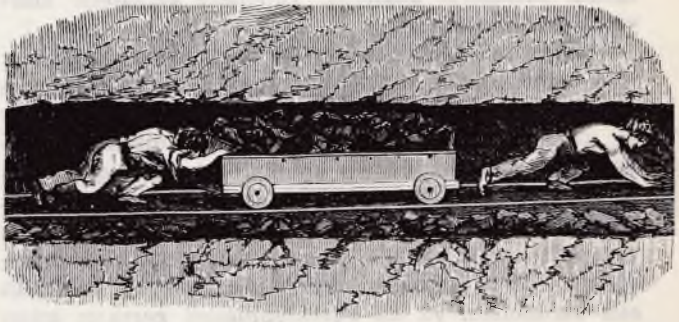
Kok, maden kömürünün bazı türlerinden, bazen antrasitle karıştırılarak yapılan bir kömürdür. Aşağı yukarı arı karbon olan kok, demir filizinin eritilerek arıtılmasında kullanılır. Kok, havasız bölmede kömürün, yanma noktası sıcaklığına kadar ısıtılmasıyla yapılır. Böylece uçucu bileşenlerin (gaz, katran ve ötekiler) ayrılması sağlanır. Genellikle bu yan ürünler de değerlidir. Sözgelimi, KÖMÜR KATRANI ve ham benzolden, çok sayıda organik bileşik elde edilebilir.

Çağdaş kömür madenciliği yöntemleri: Kömür yatakları başlıca iki yöntemle işletilir: Açık tavanlı madencilik; yeraltı madenciliği. Seçilen yöntem, damarın kalınlığına, damarın derinliğine ve eğimine, birikimin konumuna, yüzey topografyasına, alan özelliklerine ve çevre koşullarına göre belirlenir.

Açık işletme, kömür damarları üstündeki toprak tabakası temizlendikten sonra uygulanır. Eskiden, kaldırılabilen üst tabaka kalınlığı 30 m'yi geçmezdi. Ama İkinci Dünya savaşından sonra geliştirilen büyük kazı makinaları, bunun üç katı kadar toprağın temizlenmesini olanaklı kıldı. Bu tür makinalardaki kepçeler, bir işlemde birkaç yüz ton toprağı kaldırabilecek güçtedir. Günümüzde bazı açık madenlerde, günde 50 000 ton kadar üretim yapılmaktadır.

Bazı koşullardan yararlanma amacıyla, A.B.D'nde «*burgu madenciliği*» adı verilen özel bir açık tavanlı madencilik tekniği de geliştirilmiştir. Yöntem, üst tabakanın temizlenmesiyle ortaya çıkarılmış kömür damarlarına, bir dizi paralel delik açmayı içerir. Bu işte kullanılan burgular, kömür damarını 90 m kadar delen, 0,6-1,5 m çapında, büyük, ama yalın matkaplardır. Burguyla kazılan kömür, burgunun kıvrımları boyunca yukarı doğru ilerler ve deliğin ağzından toplanır. Delici makinalardan çoğunlukla, üst tabakanın temizlenmeyecek kadar kalın olduğu yerlerde yararlanılır; ama bazen yeraltı işletmelerinde de kullanılırlar. Koşulların uygun olduğu durumlarda burgu madenciliği, öteki yöntemlerin tümünden daha ucuz bir işletme sağlar.

Çağdaş tavanlı açık işletmelerin boyutları konusunda bir fikir verme amacıyla, örnek olarak, 1 ton kömür üretmek için 30 ton kadar üst tabakanın kaldırılmasını gerektiren durumlar gösterilebilir. Bu tür madenlerde kaldırılacak toprak, 100-200 ton çekebilen kamyonlara ya da saatte 10 000 ton taşıyabilen konveyörlere yüklenir. Açık tavanlı madenlerde maden işçilerinin verimi, yeraltı işçilerininkine oranla çok yüksektir ve vardiya başına 50 tonluk üretimler yapılabilir.



Eğimli kuyudan kömür arabasını yukarı çeken çocukları gösteren 1842'den kalma bir resim. (üstte) Çekme işi midillilerle de yürütülürdü. 1869 yılında yapılmış bu resimde (altta), açılan kömür damarından çıkan metan gazını tutuşturan «ateşçi» görülmektedir.

Toplam madencilik giderleri de, yeraltı ölçütlerine göre düşüktür; genellikle, derin kuyu madencilik işletmelerininkinin yalnızca dörtte biri kadar olur. Bu nedenlerle, uygun durumlarda açık tavanlı işletmeler, öteki yöntemlere yeğlenir. A.B.D'nde üretimin yaklaşık yarısı bu yolla elde edilir.

Bununla birlikte açık tavanlı madencilik, çevre üstündeki olumsuz etkileri nedeniyle sakıncalı bulunmaktadır. Bazı yerlerde, bir dağ tepesinin bütünüyle kaldırılması söz konusu olabilir. Bu, yalnız doğal güzelliği değil, bölgenin akaçlanmasını ve doğal yaşamı da etkiler. Bir çözüm, açık tavanlı işletmeden kömür çıkarma işi bitirildiğinde, kentlerden getirilen artıklarla madenin üstünü kapatıp, yeniden ağaçlandırmak olabilir.

Dünya kömürünün büyük bir bölümü, yeraltı madenlerinden elde edilir. Bunların bazılarının derinliği, 900 — 1 200 m'yi bulur. Söz konusu derinliklerde damarlara, elevatörlerle donatılmış dikey kuyularla girilir. Daha az derinlerde yeralan damarlarsa yüzeye, eğimli tünellerle bağlanır. Tünellere genellikle konveyörler kurulur.

Yeraltı işletmelerinde başlıca iki yöntem uygulanır: *Oda-topuk; uzun ayak*. Oda-topuk sistemiyle damara ulaşıldığında, damar içine iki yönde dik açılı galeriler (odalar) oyulur. Böylece damar, sonradan çıkarılacak birkaç dikdörtgen kömür bloğuna (topuk) bölünür. Gerekli tavan desteği ve kullanılan makina çeşidi gibi etmenler göz önüne alınarak odalar, 3-7 m genişlikte, aralardaki topuklarsa, 9 m × 9 m ile 45 m × 90 m arasında yapılır. Bu tüneller, kömürün elle kırılmasını ya da küreklenmesini gereksiz kılan makinalarla açılabilir. Söz konusu makinalar, damardaki galerileri dakikada 5-10 cm kadar hızla açarak, dakikada yaklaşık 10 ton kömür üretebilirler. Bu kömür, mekanik yollarla makinanın arkasına alınır ve konveyör ya da vagonlara yüklenip yukarı taşınır. Oda-topuk yöntemi, özellikle yerleşme bölgelerinde ya da göl ve deniz altında kazılan ocaklar için elverişlidir. Bu koşullar altında topuklar, yüzey toprağının oynamasını en aza indirmek için, oldukları yerde bırakılırlar. Topukların bırakıldığı işletmelere «*kısmi çıkarma*» adı verilir.

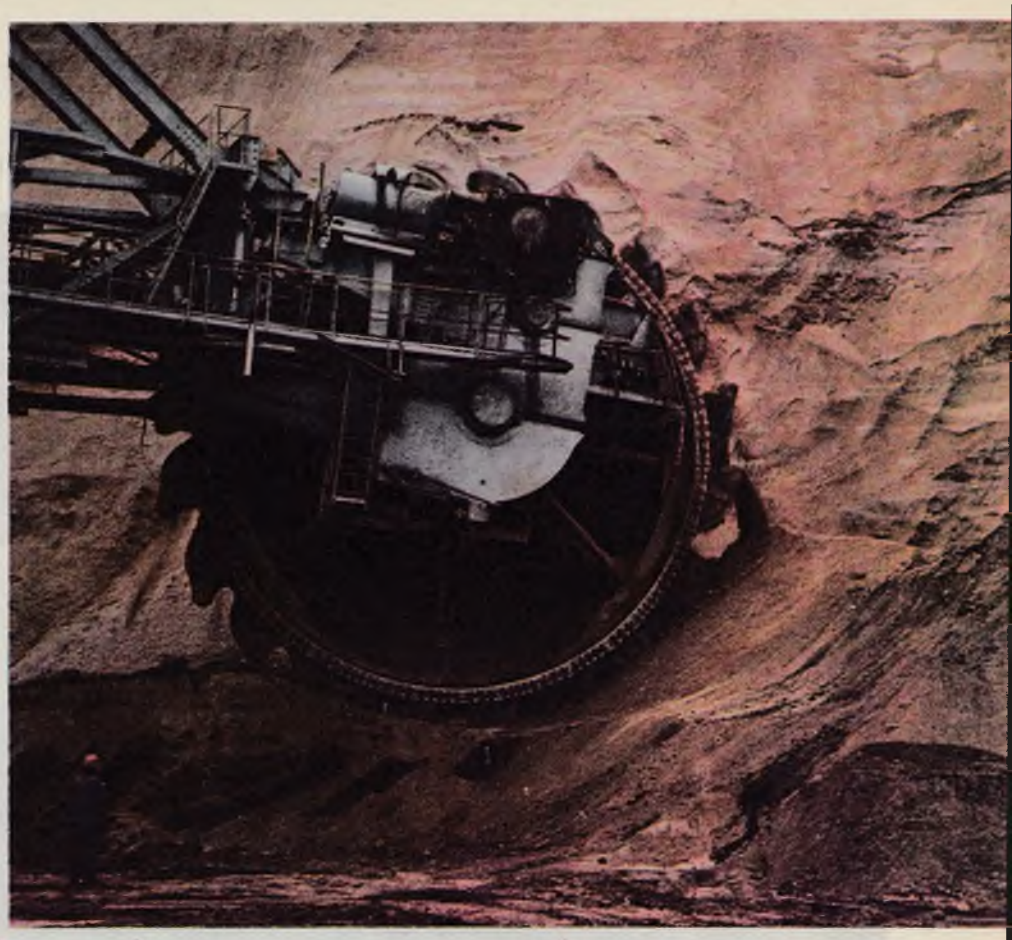
Uzun ayak sistemi, bütünüyle çıkarma yöntemidir: Belirli bir bölge içindeki bütün kömür, bir işlemde çıkarılır. Damara, 45-180 m aralıklı iki paralel galeri açılır. Bu galeriler, sonradan dik açıda bir başka galeriyle birleştirilir (üçüncü galeri, *kesme alnını* oluşturur). Ardından, uzun ayak kenarından sırayla parçalar koparılır ve kömür, kesme alnına paralel bir taşıyıcıya yüklenir. Kesme alnı ilerledikçe, galeriler de buna göre ileri alınıp desteklenerek, kesme alnı gerisindeki tavan çökmeye bırakılır. Bu tür kesme alın-

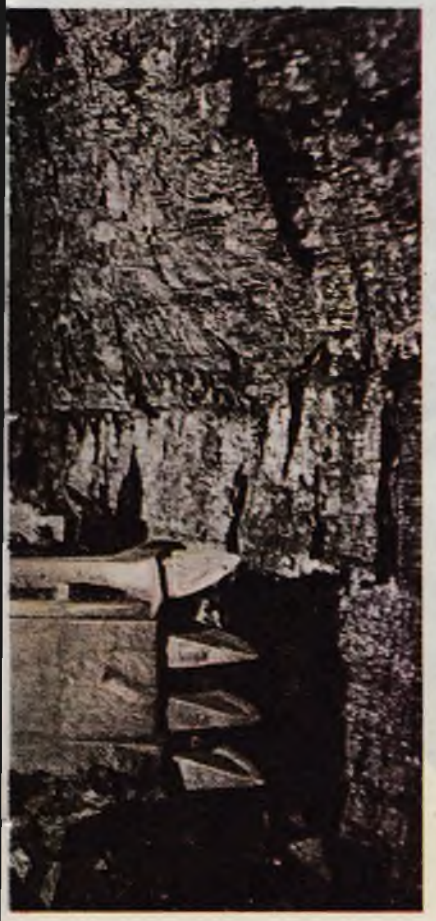
Beeringen'deki (Belçika) bir damardan kömür kazmada kullanılan bir 'robot'. (sağda altta) Madenlerde işlerin çoğunu artık bu gibi makinalar yapmaktadır. Zamanla, madenlerin bütünüyle otomatikleştirileceği sanılmaktadır.

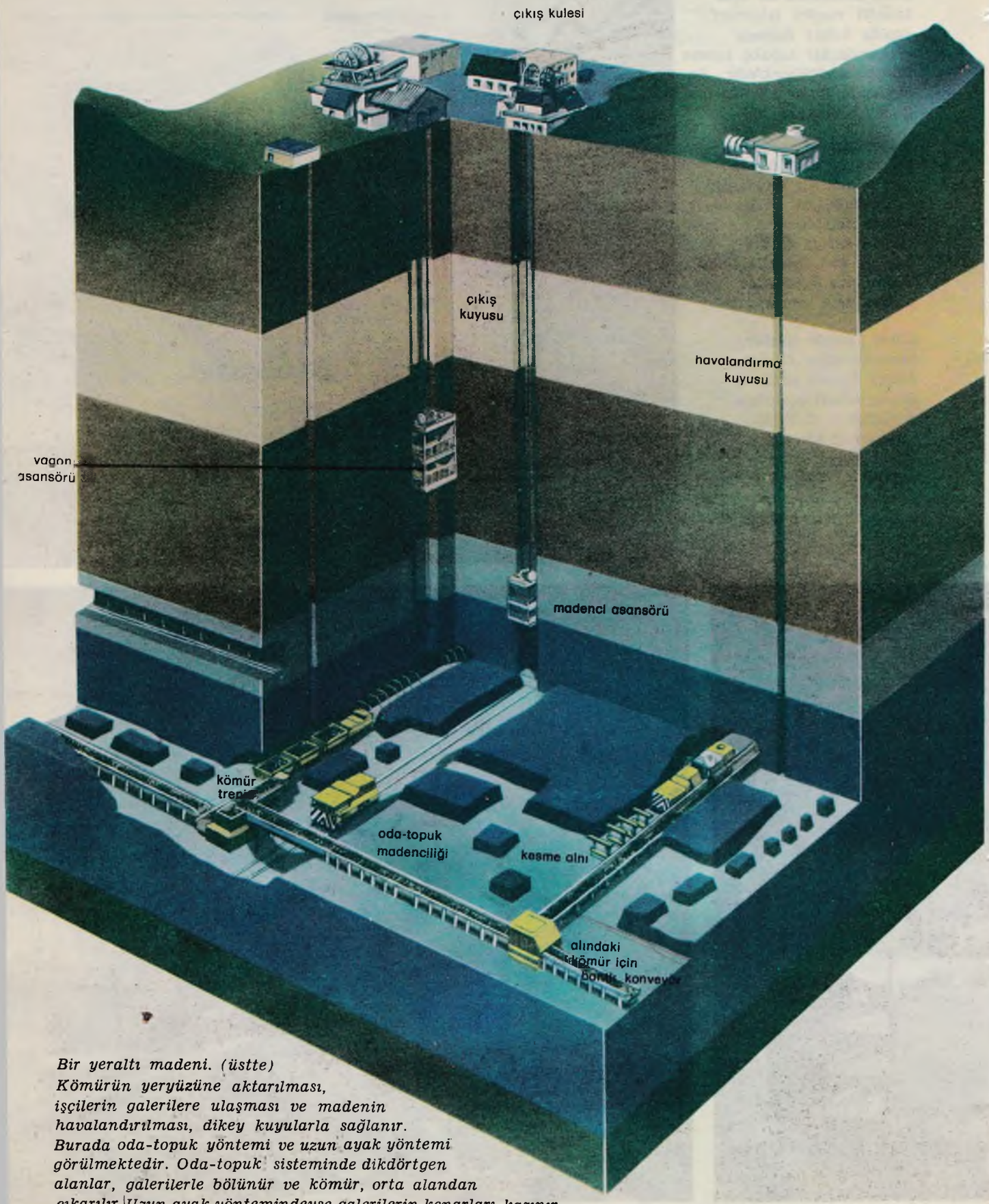
Köln yakınında bir açık tavanlı maden işletmesi. (solda üstte) Resmin ortasında, üst tabaka kazma makinası görülmektedir. Bu madende, günde 100 000 ton linyit üretilmektedir.

Braunschweig (Almanya) açık tavanlı madeninde, üst tabakayı kaldırmak için kullanılan kazma makinası. (sağda üstte) Öndeki adamla karşılaştırıldığında, makinanın büyüklüğü açıkça belli olmaktadır.

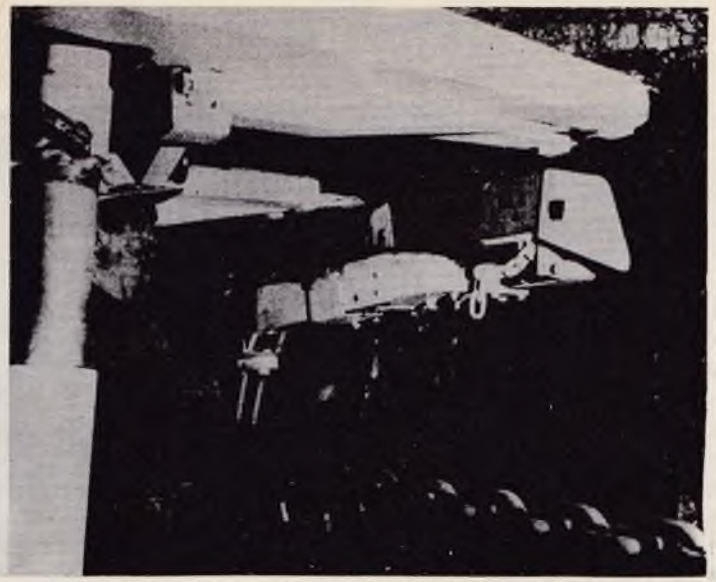
Ebbw Vale'de (Galler) bir ocak ağzı. (sağda altta) Tesisin yayılma alanı, yeraltı işleminin genişliği ve derinliği konusunda bir fikir veremeyecek kadar küçüktür. Tekerlekler ile kablolar, asansörün çekilmesi için kullanılır.







Bir yeraltı madeni. (üstte) Kömürün yeryüzüne aktarılması, işçilerin galerilere ulaşması ve madenin havalandırılması, dikey kuyularla sağlanır. Burada oda-topuk yöntemi ve uzun ayak yöntemi görülmektedir. Oda-topuk sisteminde dikdörtgen alanlar, galerilerle bölünür ve kömür, orta alandan çıkarılır. Uzun ayak yöntemindeyse, galerilerin kenarları kazınır.



Cotgave madenindeki bu makina, kömür madenciliği teknolojisinin en son örneklerinden biridir. (üstte) Uzaktan kumandayla, günde birkaç bin ton kömür kazabilir (duvarda kazma izleri görülmektedir).

ları, bir vardiyada birkaç metre ilerleyebilir ve günde 7 000 tonluk üretim yapılabilir. Birçok uzun ayak işletmesi, tavan desteği sistemleri gibi, makinalaştırılmıştır. Günümüzde bütün işlemlerin, üretim alanından oldukça uzakta bulunan bir operatör tarafından yürütülmesi yaygın bir uygulamadır. En gelişmiş sistemlerde *nükleonik sonda*dan yararlanılır. Nükleonik sonda, damarın üstünden ve altından düşük frekansta radyoaktif dalgalar göndererek aygıtları yönlendiren, otomatik bir yönlendirme aygıtıdır.

Otomatikleştirilmiş sistemler çok pahalıdır; ama günlük üretim genellikle birkaç bin tonu bulduğundan, ton başına gerçek gider, elle çalıştırılan üretim birimlerindekinden daha az olur.

KÖPRÜ (tarih)

İlk köprünün, bir akarsu üstünde karşıdan karşıya uzatılmış bir ağaçtan ya da taştan oluşan kiriş köprü olduğu sanılmaktadır. İlk ASMA KÖPRÜ'ler kamıştan, bambudan ya da sarmaşıktan yapılıp ağaç gövdelerine bağlanarak, geçilecek açıklığın üstünden sallandırılırdı. Bunların benzerlerine günümüzde hâlâ raslanır. Üç tür köprü vardır: *Kiriş; kemer; asma.* Bunlar arasındaki en önemli farklar şunlardır: Kiriş köprüler, yalnızca kendi mesnetleri üstünde dururlar; kemer köprüler basınç altındadır ve iki uçtaki ayaklarını dışa doğru iterler; asma köprülerdeyse, temel öğe olan kablolar gerili durumdadır ve uçlarından bağlı oldukları noktaları çekerler. Bu üç tür köprü zaman zaman bir arada da kullanılabilir. Bunun pek çok örneği vardır.

Kiriş köprüler, gerektiğinde ayaklar üstünde birleştirilerek, sürekli kiriş köprü ya da değiştirilerek, konsol köprü haline getirilebilir. Bunun dışında, temelde ikisi de kiriş köprü olan, duba köprüler ve hareketli ayaklı köprüler (Bk. BAİLEY KÖPRÜSÜ) vardır. Duba köprünün eski bir örneği, Çanakkale boğazında, Pers kralı Kserkses tarafından, duba olarak eli kürekli gemi ile bir kadırga (bir tür savaş gemisi) kullanılarak yapılan köprüdür. Dubaların dayanıksız olması, sürekli korunmalarını bir sorun haline getirmekte, bu nedenle de kalıcı yapılarda kullanılmaları uygun olmamaktadır. Döner ayaklı köprüler, dikey kalkabilen köprüler ve baskül (bir karşıt ağırlıkla alçaltılıp yükseltilebilen bir tür açılır köprü) köprüler-

Dartmoor Postbridge'de bir yığma köprü. (üstte) Yığma köprüler, ayak basacak taşların uzatılmasından oluşur.

Meksika'da halat ve tahtadan yapılmış bu ilkel köprü, modern asma köprüsünün atasıdır. (altta) Tıpkı büyük asma köprüler gibi, bu da yüksek hızlı rüzgarlarda dengesizdir.

se, ancak XIX. yüzyılda ortaya çıkmıştır.

Eski köprülerin en güzel örnekleri, Romalılar tarafından kurulan, taştan yapılmış dairesel kemer köprülerdir. Bunlardan bazıları, Tajo ırmağı üstündeki 30 m'lik ayak açıklıklı Alcantara köprüsü gibi, yaklaşık 2 000 yıl ayakta kalmıştır. Romalıların köprü yapımına iki önemli katkıları olmuştur. Bunlardan birincisi «*pozulan*» adını verdikleri (Napoli yakınlarındaki Pozzuoli'den getirildiği için böyle adlandırılmıştır) doğal su çimentosunu bularak, su altı çalışmalarında harç ya da beton yapımını olanaklı kılmalarıydı. İkincisiyse, batardoların geliştirilmesiydi. Bu yöntemde, suyun içinde payandanın yerleştirileceği yerin çevresi, tahta kazıklarla çevriliyor ve içerdeki su boşaltılarak, payandanın kuru yerde inşa edilmesi sağlanıyordu. Irmak payandalarının ilk köprü yapımcılarına çıkardıkları bir sorun, İ.S. III. yüzyılda İran'da Karun ırmağı üstünde yapılan Suster köprüsünde görülebilir. Bu köprü, düz değildir; ırmak yatağındaki kayalıklara uygun olarak inşa edilen 41 payanda üstünde, dolambaçlı bir yol izler.

Roma İmparatorluğu'nun yıkılışından Rönesans'a kadar, kiliseleri, dükkanları ya da geçiş parası toplayan yapıları bulunan, tahkim edilmiş köprüler yapıldı. Ortaçağ'da daha çok, 1209'da yapılan ve 600 yılı aşkın bir süre ayakta kalan eski Londra köprüsü gibi, harçla sıvanmış, taş kemer köprüler kullanıldı. Bununla birlikte, 1187'de Rhône ırmağı üstünde yapılan ve her biri 30 m uzunluğunda 20 ayak açıklığı olan Avignon köprüsü gibi bazı köprülerde, yüksek, elips biçimli kemerler vardı. Rönesans'ın ünlü köprülerinin (Venedik'teki Rialto köprüsü, Floransa'daki Santa Trinita köprüsü, vb.) yapımından sonra, kirişler ve yapılar üstüne kuramlar geliştiren Galilei ve Robert Hooke gibi bilim adamlarının da katkılarıyla, köprü yapımı bir bilim haline geldi. XVIII. yüzyılda ilk olarak Palladio tarafından ortaya atılıp zamanla A.B.D'ndeki kapalı köprüler haline gelen tahta kafes kirişli köprüler ve dünyanın ilk demir köprüsü ortaya çıktı.

Demir ve çelik: Dökme demirden yapılmış çok sayıda kemerden oluşan köprüler XIX. yüzyılda ortaya çıkmaya başladı: İlk demir kafesli köprü, A.B.D'nde, ilk demir KONSOL KÖPRÜ Almanya'da yapıldı. 1850'de Menai boğazında, modern KUTU KİRİŞLİ KÖPRÜ'nün ilk örneği olan ve üstünden trenlerin gittiği dövme demirden yapılmış iki borudan oluşan Britannia demiryolu köprüsü açıldı. Bunu, 9 yıl sonra Brunel'in ünlü Royal Albert köprüsü izledi. 1879'da yeni yapılan Tay demiryolu köprüsünün dökme demirden 13 parçasının çökmesi, büyük zarara yolaçtı: O dönemde, köprülerin rüzgar gücüne direnmesi için özel bir hazırlık yapılmıyordu. Telford'un 177 m açıklıklı, dökme demirden zincirlerle yapılan (1820-1826) Menai asma köprüsü 115 yıl ayakta kaldı. Zincirlerin yerine kablolar, ilk kez Fransa'da kullanıldı. Ama o zamana kadar çok sayıda asma köprü, fırtınalar ya da düzenli aralıklarla yinelenen yüklenmeler sonucu yıkıldı.

Hafif, çelik kaplama maddelerin ve gemi yapımın-

Eski Londra köprüsünün bir resmi. (üstte) Bu köprü, ırmak yatağına gömülü kazıkların üstünde duran bir dizi kemerden yapılmış ve Thames'in serbestçe akmasını engellemişti.

Cakarta'da (İndonezya) bir kalkar köprü. (altta) Benzerleri Hollanda'da, sözgelimi Amsterdam'daki kanallar üstünde yaygın olarak kullanılmaktadır.

da kullanılan malzemelerin seri üretimi, bunların köprülerde de kullanılmasını sağladı. İlk büyük çelik köprü, 1874'te St. Louis'de Mississippi üstünde yapılan ve her biri 152 m uzunluğunda üç kemeri bulunan Eads köprüsüdür. 1883'te, ayak aralığı 486 m olan Brooklyn köprüsü, New York'ta başarıyla tamamlandı. Dört ana kablonun her biri, 4,8 mm çapındaki paralel galvaniz tellerden oluşmaktaydı. Çekme mukavemeti 11 000 kg/cm² olan bu teller, A.B.D'nde bütün asma köprülerde kullanılan yöntemle yerleştirildi ve trafik ya da rüzgar nedeniyle ortaya çıkacak sallanmaları önlemek için, gövdeye pekiştirici çelik kafesler eklendi. Kolayca biçim verilmesi, üstünde çalışılabilmesi ve basmaçekme altında 4 600 kg/cm²'lik gerilmelere dayanabilmesi nedeniyle çelik malzeme, XIX. yüzyılın sonlarında bütün dünyada kullanılmaya başlandı. Her biri 521 m uzunluğunda iki ayak açıklığı bulunan Forth demiryolu köprüsü (1881-1890), dünyanın ilk uzun açıklıklı çelik demiryolu köprüsüydü. Forth köprüsü, 27 milibarlık rüzgar basıncına dayanacak biçimde yapıldı. Günümüzde elektrik ark kaynağına ve ateşle kesmeye elverişli olan yüksek mukavemetli yapı çeliği, yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, cıvata bağlantıları, perçinin ve kaynağın yerini almıştır.

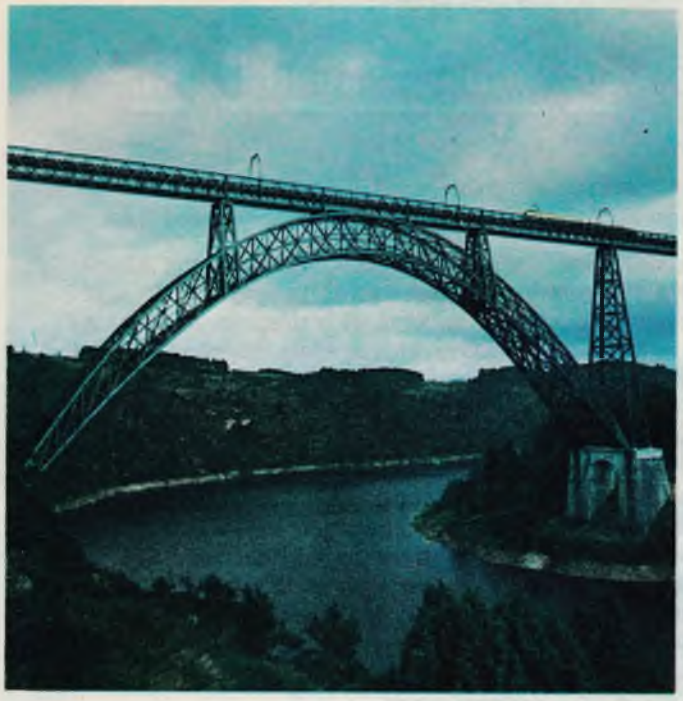
Betonarme: Betonarme köprülerin tarihi XIX. yüzyılın sonlarına dayanır. İlk betonorme köprülerin ana açıklıkları, bütünüyle kemerlerden yapılıyordu. En ilgi çekici örnekleri arasında, açıklığı 264 m olan İsveç'teki Sandö köprüsü (1934) ve açıklığı 304 m olan Sydney'deki Gladesville köprüsü (1964) sayılabilir. İkinci Dünya savaşından sonra geliştirilen öngerilmeli beton (içinden geçen çelik çubuk ya da tellerin gerilmesiyle basınç altında tutulan beton), köprü dizaynlarını ekonomik hale getirdi. Bu dönemde beton teknolojisindeki gelişmeler, betonun mukavemetini iki katına çıkardı. Günümüzde 20 kg/cm²'lik gerilme-

Afganistan'daki Hindikuş bolgesinde bulunan ou köprü, konsol tekniğinin ilkel bir örneğidir. (üstte) Tahtadan yapılmış üçgen biçimli iki yapı, taşların ağırlığıyla iyice sıkıştıkları taş payandalardan ileri doğru uzanmaktadır. Temel açıklık, üçgenler arasındaki boşluğu kapsayan aralıktır.

ler altındaki yerlerde bile, bu köprüler, güvenli olmaktadır. Betonun hacminin üçte birini, çelik takviyenin ağırlığınınsa dörtte üçünü azaltan öngerilmeli beton köprüler, başka malzemelerle rekabet etmekte ve 180 m ya da daha büyük açıklıkların aşılmasında kullanılabilmektedir. Son zamanlarda yapılan önemli konsol köprüler, yeni Londra köprüsü (1973), Hollanda'da Doğu Scheldt köprüsü (1965) ve Batı Almanya'da 208 m'lik ayak açıklıklı Bendorf köprüsüdür (1964). Kablolarla destekleme yoluyla, öngerilmeli beton köprülerin ayak açıklıkları oldukça uzatılabilmektedir. Bunların en uzunu, 300 m'lik açıklığı olan Libya'daki Kuf vadisi köprüsüdür (1970).

Köprü temelleri: Havalı *keson*lar (altı açık geniş silindirler, temizlenmiş bir yerde dibe batırılır ve basınçlı hava basılarak su boşaltılır), akarsu yataklarında temel yapımını olanaklı kılar. Kesonlar ilk olarak İngiltere'de Rochester köprüsünde (1854) kullanıldı. Sonradan 37 m derinliğe kadar kullanılabilir hale gelen kesonlardan, Brooklyn ve Forth gibi birçok büyük köprünün yapımında yararlanıldı. 37 m'yi aşan derinliklerde insan, basınçlı havayla güvenlik içinde çalışamaz. Bu nedenle, daha derindeki çalışmalarda suya önce bir boru batırılır, ardından da, bir kazma makinasıyla kuyu hazırlanıp beton dökülür. Günümüzde hava basınçlı kesonların yerine, genellikle, geniş çaplı uzun kazıklar ya da ince çeperli silindirler üstünde duran köprü payandaları kullanılmaktadır. Kazıkların çapı, 1 m ya da daha çok, uzunluğu ise yaklaşık 50 m olabilir. S.S.C.B'nde 1,5 — 6 m çapında duvarları 90 mm kalınlıkta, öngerilmeli beton silindirler yapılmakta ve bunlar, titreşimli ŞAHMERDAN'lar aracılığıyla 30 m'den daha derinlere çakılmaktadır.

Ticino'da (İsviçre), Versasca vadisi üstünde çift kemerli bir Roma köprüsü. (altta) Roma İmparatorluğu'nun büyümesi sırasında teknolojik gelişme de hızlanmış, özellikle köprü yapımında önemli atılımlar gerçekleştirilmiştir.



Fransa'da Truyère ırmağı üstündeki Garabit viyadükü. (solda üstte) Dizaynı, Alexandre Gustave Eiffel tarafından yapılmıştır. Eiffel, rüzgarın uzun yapılar üstündeki etkilerini en ince ayrıntılarına kadar değerlendiren ilk kişilerden biridir.

Dizaynı Ralph Freeman tarafından yapılan ve 1932'de tamamlanan Sydney liman köprüsü. (solda altta) Bu derin sularda, dev kemerin ve gövdenin yapılması büyük güçlükler çıkarmıştır.

XX. yüzyılın önemli köprüleri: İkinci Dünya savaşından sonra yolların yeniden yapılması, köprü yapım etkinliğinin dünya tarihinde görülmemiş ölçüde yoğunlaşmasına yolaçtı. 1918'de konsol açıklığı 550 m olan Quebec köprüsü tamamlandı. Çelik kemer açıklığı 503 m olan büyük Sydney liman köprüsüyse 1932' de hizmete açıldı. Bu köprü, derin su üstünde, ortada birleşen iki konsol biçiminde inşa edildi. A.B.D., büyük asma köprüler yapımını başlattı. Bunların en uzununun iki ayak arası açıklığı, 1 220 m'yi aşar. En yenisiyse, New York limanının girişindeki Verrazano Narrows köprüsüdür (1964). 207 m yüksekliğinde çelik kuleleri olan bu köprü, 1 298 m uzunluğundaki ayak açıklığı üstünde on iki şeritli bir yol taşır. İstanbul Boğaziçi köprüsü de (1973), kutu kirişin kullanıldığı asma köprülerin (açıklığı 1 074 m) çağdaş örneklerinden biridir.

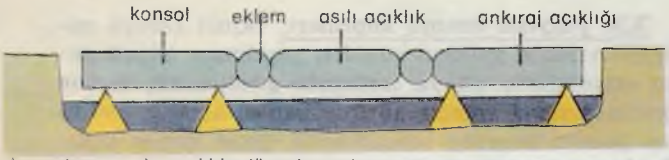
KÖPRÜ (yapı)

Köprü yapımında, taşıyacağı yükün çeşidi ve yüksek hızlı rüzgar ya da deprem gibi çevre koşulları göz önünde bulundurularak, en elverişli tipin (asma, kemer ya da kiriş), kullanılacak malzemenin ve en uygun yapım yöntemlerinin önceden saptanması gerekir.

Kiriş köprü: En yaygın köprü tipi *kiriş*tir. Sözgelimi bir hendek üstüne yerleştirilmiş bir tahta, yalın bir kiriş köprü oluşturur. Tahta üstündeki yükün etkisi, kirişteki eğilme gerilmeleriyle karşılanır. Yalın mesnetli kiriş köprüde, yalnızca iki mesnet vardır ve üstündeki herhangi bir yük, kirişin alt tarafında çekme gerilmesi, üst tarafında basma gerilmesi doğurur. Bu gerilmeler, yükü kaldırmak için yeterli dengelemeyi (teknik deyişle «eğilme momenti») sağlar. Kirişi düz tutan kuvvetler, statiğin temel yasasına göre,

onu bükmeye çalışan yüke eşit olmalıdır. Bu nedenle, belli bir miktar malzemeden yapılan kalın bir kiriş, ince bir kirişten daha mukavemetli olacaktır. Üst ve alt lifler, ortadaki liflerden daha etkilidir. Küçük köprülerin dışındaki kirişler, ya I ve T profiller biçiminde ya da kutu biçiminde (KUTU KİRİŞLİ KÖPRÜ) yapılır.

Konsol kirişli köprü: Yalın mesnetli bir kirişte, en büyük eğilme momenti ortada bulunur ve uçlara doğru azalarak sıfıra iner. Ne var ki bu, ince ve zarif bir dizayn için uygun değildir. *Konsol kirişli* köp-



konsol ve asılı açıklık düzenlemesi

rülerde, konsollar ve asılı bölümler, eklemlerle birbirinden ayrılır. Bunlar eğilme momentini iki bölüme ayırırlar; orta bölüm *çukurlaşma*, uçlarsa *kamburlaşma* (üst liflerde çekme, alt liflerde basma gerilmesi) özelliği gösterir. İstenirse kamburlaşma, toplam momentin yarıdan fazlasını taşıyacak ve köprüye zarif bir profil kazandıracak biçimde düzenlenebilir.

Asma köprü: ASMA KÖPRÜ'ler geniş açıklıkların aşılmasını sağlayabilirler; ama ciddi bir sakıncaları vardır: Çok esnektirler ve trafik yükü (özellikle yükün, açıklığı bir uçtan dörtte bir uzaklığa etkidiği durumlarda) büyük bir çökmeye yolaçabilir. Bu yüzden, kablolara yardımcı olması için bir destek kirişi ya da bir kutu kiriş eklenir. Bununla birlikte asma köprü, karayolu trafiğine oranla daha ağır olmaları ve daha yoğun yük taşımaları nedeniyle, demiryolu köprülerinde pek kullanılmaz. Ne var ki, kablo tellerinin hem ucuz, hem de kiriş inşaatında kullanılan çelikten da-

ha dayanıklı olması, uzun açıklıklarda asma köprülerin yeğlenmesine neden olur. Orta uzunluktaki açıklıklardaysa, kuleleri ve gövdeyi birleştiren dayanakları bulunan *kablo-askılı* köprü, asma köprünün yerini alır.

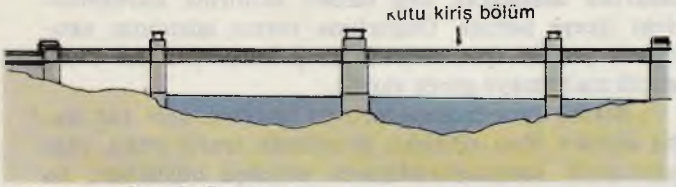
Kemer köprü: Köprü yapımında KEMER, ters dönmüş bir asma köprü olarak düşünülebilir. Asma köprü gibi kemer de, uç noktalara kirişten daha çok kuvvet iletir; ama bu durumda uçları çekmeye değil, itmeye çalışır. İtme kuvveti, zemini, köprünün bir parçası haline getirir, böylece yapıda malzemeden tasarruf sağlar. Ama bunun için, güvenilir temeller gerekmektedir. Bu tür yapımda, esneklik önemli bir sorun oluşturmaz. Orta nitelikli çelik kullanılır ve köprü, oldukça geniş bir kemer ya da bir kiriş biçiminde

Ayak açıklığı 1 000 m olan Severn asma köprüsü. (altta) Köprünün üstü, aerodinamik biçim verilmiş 3 m yüksekliğinde bir kutu biçiminde yapılmıştır.

inşa edilerek, burkulmaya karşı dayanıklı olması sağlanır.

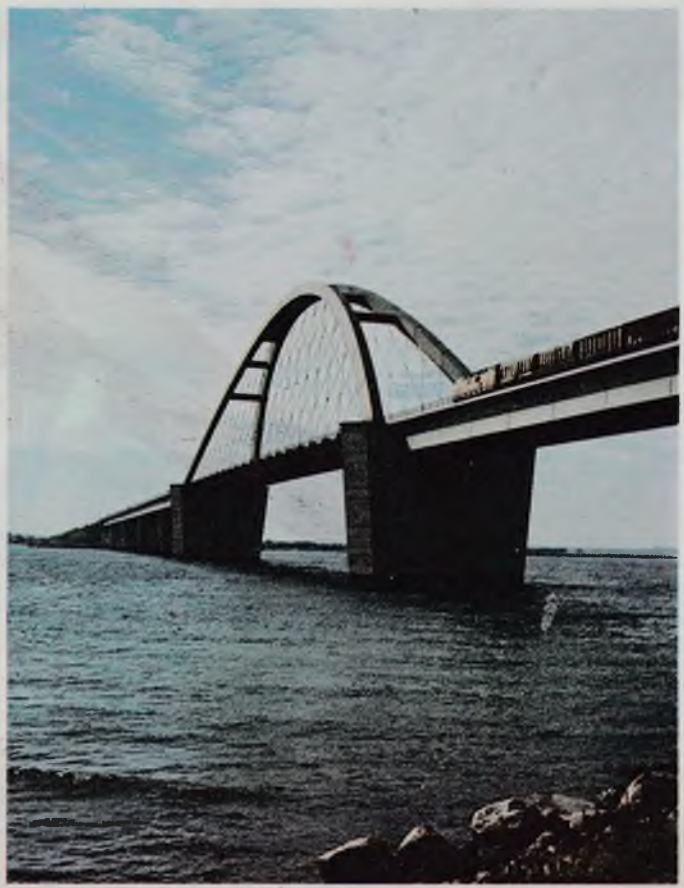
Önemli köprüler: Bir köprü tasarısı hazırlanırken mühendis açısından en önemli nokta, ayak açıklığı, yani destekler arasındaki mesafedir. Kısa ayak açıklıklarının seri üretimiyle,kilometrelerce uzunlukta köprüler yapılabilir. Japon Şin-kansen sistemi gibi yüksek hızlı demiryolları, aşağıdaki örneklerde ortaya çıkan sorunlarla karşılaşmadan, bu yapım yöntemiyle kurulmaktadır.

Robert Stephenson, Menai boğazı (Galler) üstündeki *Britannia köprüsü*nü 1849-1850 yılları arasında

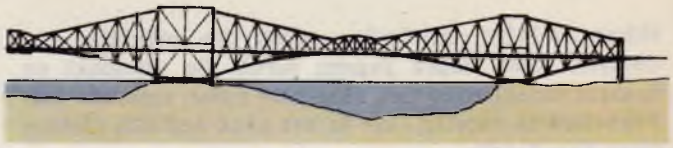


Britannia köprüsü-sürekli kiriş

yaptı. Bu, her biri kendi kutu kiriş bölümüne yerleştirilen iki demiryolu hattını taşıyan, dört açıklıklı bir sürekli kiriş köprüydü. Kutular, dövme demirden yapılmış küçük parçaların kıyıda birbirlerine perçinlenmesiyle hazırlandı ve yüzdürülerek, payandaların üstüne yerleştirildi. Ana açıklıklar 140 m uzunluktaydı.



Batı Almanya'da Fehmarn'da bir betonarme kemer köprü. (üstte)



Forth demiryolu köprüsü-konsol ve asılı açıklık

Forth Demiryolu köprüsü, 1883-1889 yılları arasında, Sir Benjamin Baker ve Sir John Fowler tarafından yapıldı. Büyük ölçüde çelikten yararlanılarak yapılan bu ilk köprünün ana açıklıkları, 520 m uzunluğundaydı. 50 000 tonu aşkın çeliğin kullanıldığı bu köprüde, 4 000 işçi çalıştı.

XX. yüzyılın başlarında, uzun açıklıkların aşılmasında, genellikle çelik kemerlerden yararlanıldı. New York'taki *Hell Gate* köprüsünün ayak açıklığı, 1916'da 300 m'lik bir kemer biçiminde yapıldı. Köprünün üstüne dört demiryolu hattı döşendi. Sydney liman köprüsü de Hell Gate köprüsüne benziyordu.

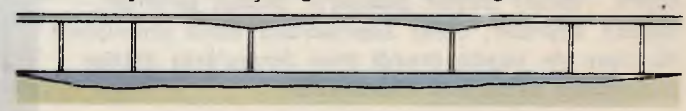
Sydney liman köprüsü-çelik kemer

1925-1931 yılları arasında yapılan Sydney köprüsünün ayak açıklığı 500 m'dir. Genişliğinin 42 m olmasına karşılık, taşıma kapasitesi yüksektir. Üstünden bir ana yol,bir de banliyö demiryolu hattı geçirilmiştir.

Erskine köprüsü-kablo destekli

Ayak açıklığı 300 m'ye varan ilk köprü, 1849'da Ohio ırmağı üstünde yapıldı. Bu köprünün bir özelliği, çelik kablo kullanılan ilk köprü olmasıydı. *Ohio* köprüsü, klasik asma köprü biçimindeydi, ama günümüzde uzun ayak açıklıklı köprülerde genellikle, gövde ve kulenin bir ya da daha çok bağlantıyla birleştirildikleri kablo destekli köprüler kullanılır.

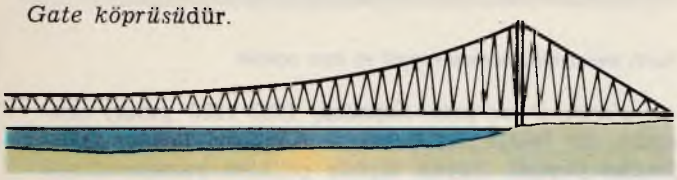
1974'te açılan *Avonmouth köprüsü,* sürekli kiriş köprünün bir bölümünün değiştirilmesiyle ince bir görüntünün elde edilebileceğini gösteren klasik bir örnektir. Genişliği 30 m'yi aşan üst bölüm, alttaki kutuların üst yüzeyi olarak görev yapan çelik plakalardan oluşur. Ana açıklığı 174 m uzunluğundadır.



Avonmouth köprüsü-sürekli kiriş köprü

300 m'lik Ohio köprüsünün, yapımından beş yıl sonra bir fırtınada yıkılmasına karşılık, özellikle Ro-

ebling (A.B.D.) tarafından geliştirilen teknikler nedeniyle, asma köprü yapımı sürdü. Bu alandaki en başarılı örneklerden biri, 1933-1937 yılları arasında San Francisco'da yapılan 1 280 m net ayak açıklıklı *Golden Gate köprüsü*dür.

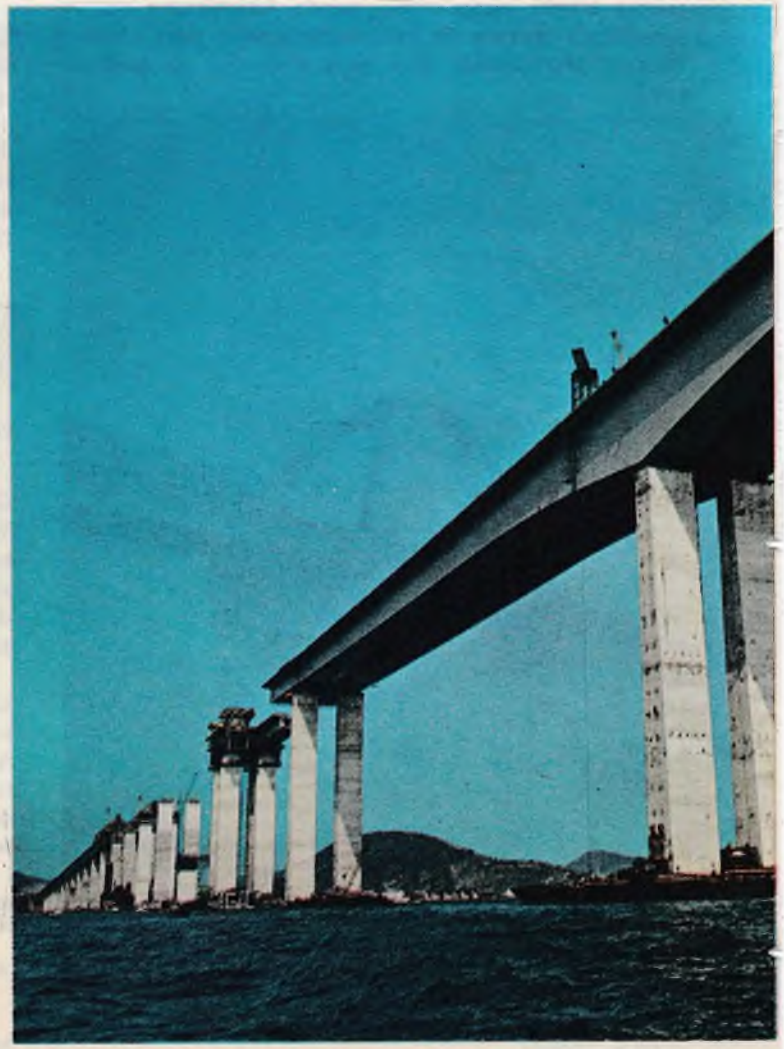


Golden Gate asma köprüsü-San Francisco

Malzemeler: Köprü yapımında kullanılan temel malzemeler çelik ve betondur. Ancak, bütün beton köprülerde büyük miktarda çelik destek kullanıldığı, çelik köprülerin büyük bir çoğunluğundaysa üst bölümün betondan yapıldığı düşünülürse, ayrımın kesin olmadığı görülür.

Beton, köprü yapımında yararlanılabilecek en ucuz malzemedir. Çelik daha pahalıdır. Betonun en büyük sakıncası, *germe* mukavemetinin çok küçük olmasıdır. Bu özellik, kemer yapımında önem taşımaz, ama çekmeye yolaçacak kuvvetlerin ortaya çıkabileceği birçok durumda, çelikle takviye edilmesi gerekir. Yuvarlak çelik çubuklar, çelik takviyenin en ucuz ve en çok kullanılan biçimidir. Takviyenin bir başka yolu da, betonu dökmeden önce takviyeyi hidrolik krikolarla ya da sertleşmiş beton içindeki oluklara takıp (köprülerde çok raslanan bir uygulamadır) gerdirmek ve dondurmaktır. Krikolar boşaltıldığında beton, eşdeğer bir basınçla *öngerilmeli* hale getirilmiş olur ve öngerilme ile yüklerden gelen gerilmelerin bileşkesi çekme gerilmesine erişene kadar, üstündeki herhangi bir yüke dayanır. Bu, raftaki kitapları iki taraftan bastırarak hep birden kaldırma hareketindeki ilkeye benzer. Öngerilme verme işleminin ekonomik olması için, betonarmede kullanılandan daha güçlü malzemeye gerek vardır.

Beton, aynı mukavemetteki çelikten dört kat daha ağırdır. Kısa açıklıklı köprülerin trafik yükü, yapı ağırlığıyla karşılaştırıldığında oldukça büyüktür; bu nedenle, yapının ağırlığı önemli bir sorun oluşturmaz. Uzun açıklıklardaysa durum farklıdır. Sözgelimi, 200 m'lik bir ayak açıklığı, bütünüyle çelikten yapılmış olsa bile, üstüne gelebilecek yük üç kat daha ağır ola-



New York'ta, Harlem ırmağı üstünde bir kalkan köprü. (üstte) Büyük gemilerin geçtiği yerlerde, kalkan köprüler, öteki köprülerden daha elverişlidir. Bu tipin en büyük örneği New Jersey'deki Arthur Kill kalkan demiryolu köprüsüdür.

Rio'da (Brezilya) bir kutu kiriş yapımı. (sağda) Gövde, konsol olarak inşa edilmektedir.

caktır. Bu tür köprülere, toplam etkilere dayanması için yeterli mukavemeti sağlamak gerekir. Bu nedenle, toplam masraf açısından düşünüldüğünde, çelik daha ucuzdur. Çeliğin başka bir üstünlüğü, yapım sırasında az malzeme gerektirmesi ve kalıp işçiliğini azaltması ya da ortadan kaldırmasıdır.

Yapım: Büyük köprülerin yapımı oldukça zordur. Tasarının hazırlanması sırasında, çevre özelliklerinin de değerlendirilmesi gerekir.

En yalın yöntem, bütün bir ayak açıklığını bir atölyede ya da başka bir uygun yerde yapıp, tek parça halinde yerine yerleştirmektir. Gerçekte, yalnızca çok küçük köprüler için uygun olan bu yöntem, Japonya'da Ohnura körfezi köprüsünde de kullanılmıştır. Köprünün 195 m uzunluğunda ve yaklaşık 1 000 ton ağırlığındaki ayak açıklığı, Tokyo'da hazırlandıktan sonra, yüzlerce kilometre taşınmış ve payandaların üstüne oturtulmuştur.

Bir başka kolay yol, pek yüksek olmayan bir iskele üstünde yapım işini yürütmektir. Bu çalışma, borulardan yapılmış *iskele*ler ya da prefabrike metal paneller kullanılırsa karışık ve çok masraflı olabilir. Yöntemin en son örneği, İngiltere'de yapılan Wentbridge viyadüküdür. Bu köprünün ana açıklığı, 94 m uzunluğunda ve yerden 30 m yüksekliktedir; vadi boyunca bir çalışma platformu oluşturabilmek için, 200 km uzunluğunda boru kullanılarak bir iskele yapılmıştır.

Köprü, bir bölüm tamamlanınca bir sonrakine geçme yoluyla, parça parça da inşa edilebilir. Çelik kirişli köprülerde bölümler, 15-20 m'lik parçalar halinde yapılır ve tamamlanan bölümün ucundan ikinci parça uzatılarak ilerlenir. Yeni birim cıvata ya da kaynakla bağlandığında, işlem yinelenir. Ancak bu yöntem, teknik açıdan risklidir. Birçok noktada ortaya çıkan gerilmelerin bitmiş haldekilere göre yüksek ve çok farklı olması, giderleri indirmek için güvenlik sınırına yaklaşma eğilimlerini güçlendirmektedir. Yapı, orta bağlantının yapılmasından hemen önce, tehlikeli biçimde esnekleşir.

Parçaları daha kısa (malzemenin ağırlığı nedeniyle genellikle 5 m'den az) yapma koşuluyla, benzer

Nanking köprüsü, geleneksel kafes yapısındadır; ama uzunluğu birkaç kilometreyi bulur. (altta)

yöntemler, beton köprülerde de kullanılabilir. Hazır dökülmüş parçalar, ya öngerilme verme yöntemiyle birleştirilir ya da beton prefabrike çelik birimlerde kullanılana benzeyen bir taşıyıcı tarafından taşınan bir kalıba dökülür.

KREMAYER Bk. DİREKSİYON DİŞLİSİ

KREN

Günümüzde, endüstri ve ticaret alanında, ağır yüklerin çeşitli biçimlerde kaldırılıp taşınması gerekir. Bu işlerin üstesinden gelme amacıyla birçok kren türü geliştirilmiştir. Krenler, çoğunlukla iki ana grupta toplanır: *Köprülü krenler*; *kollu krenler*. Bunlar da kendi aralarında, çok sayıda değişik türe ayrılır.

Krenlerde kaldırma aracı olarak, kancanın ucuna asılan file, ip ya da çelik halat gibi gereçler kullanılır. Maden filizi, kum ve toprak gibi dökme yüklerin kaldırılmasında, birbirine geçmiş iki bölümden oluşan kepçelerden yararlanılır.

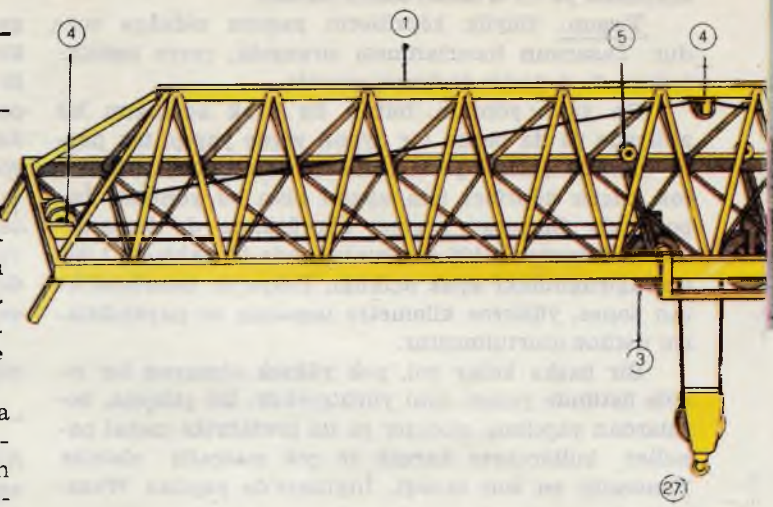
Köprülü krenler: Takım tezgâhı fabrikaları ve haddehaneler gibi yapı içi uygulamalarda, elektrikli yürür köprülü krenler kullanılır. Kaldırma aygıtı, bütün çalışma alanının üstünü kaplayan çelik raylardan oluşan köprünün üstünde ileri geri hareket ederek her yere ulaşırken, köprü de, iki ucundan bağlı olduğu başka bir ray sistemi üstünde bina boyunca yürüyebilir. İkinci ray sistemi, binanın duvarına takılır ya da bina yapılırken duvarın içine yerleştirilir. Böylece, krenin yer kaplamadan, yükü istenen yere taşıması sağlanır.

Tavanda yeralan bu tür krenler, ya köprüden aşağı sallanan kablo ve düğmelerle ya da köprünün bir ucunda yeralan kabinin içinde köprüyle birlikte hareket eden operatör tarafından yönetilir. Köprülü krenler, erimiş metallerin taşınmasında olduğu gibi, ağır makina parçalarının kaldırılmasında da kullanılabilir.

Bina dışında yeralan raylı taşıma sistemleri de vardır; ama açıktaki sistemler, genellikle, raylar üstünde hareket eden tekerlekli ayakların üstüne yerleştirilir. Bu tür krenlere «*golyat (dev) kren*» adı verilir. Bunlarda köprü, çoğunlukla ayaklardan dışarı uzanarak, çalışma alanının genişlemesini sağlar. Ama bu durumda, dengenin bozulmaması için, ya ayaklara ya da köprünün ucuna, karşı ağırlıklar ve destekler yerleştirmek gerekir.

Son yıllarda, şişme lastik tekerlekler üstünde bütün çalışma alanını serbestçe dolaşabilen dev krenler de yapılmıştır. Tekerlekler 90 derece döndürülebildiğinden (havalı direksiyon sistemiyle), krene kolayca manevra yaptırılabilir.

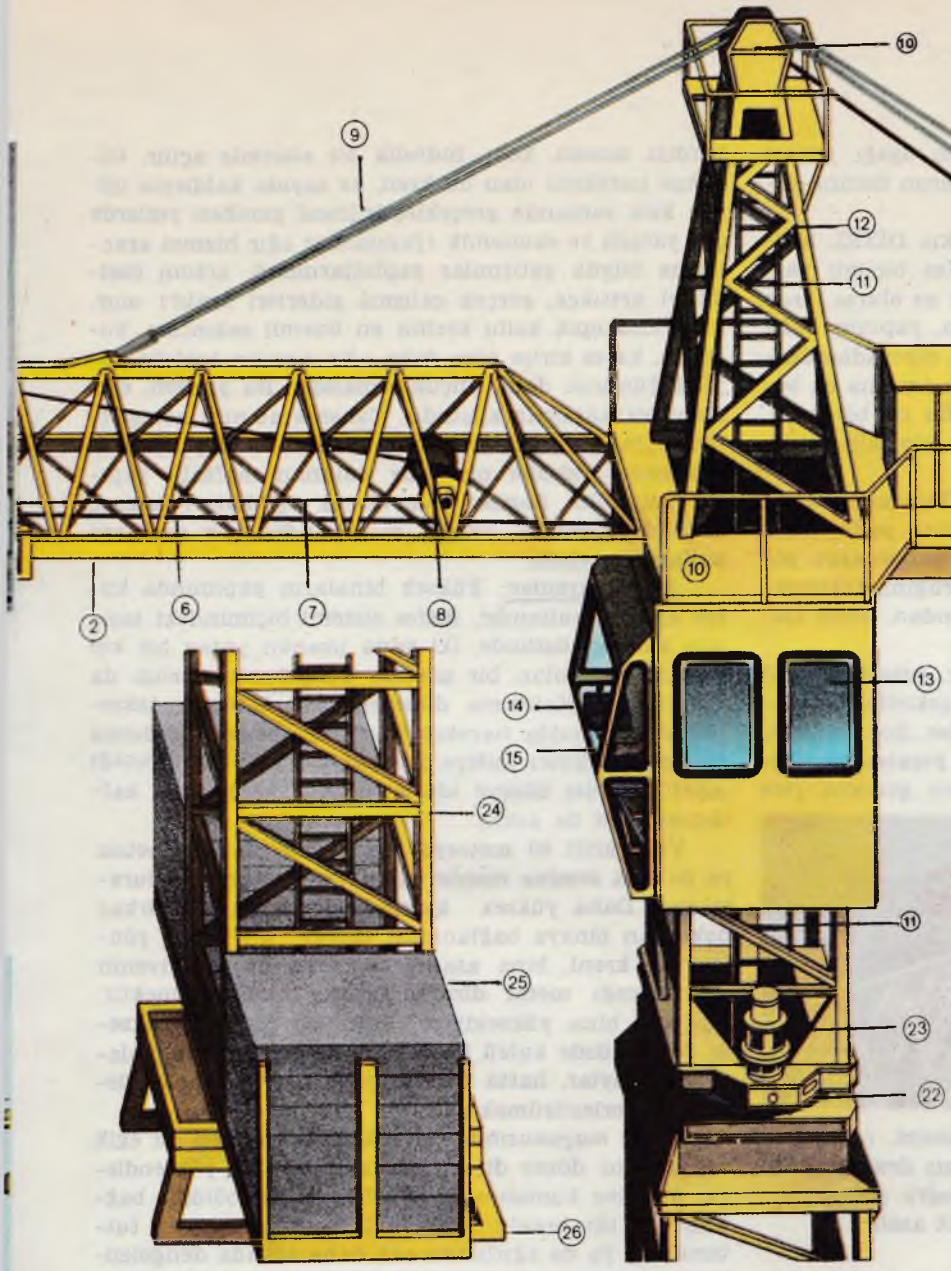
Kollu krenler: Daha hareketli olan kollu krenler, oldukça yaygındır. Kol, hafif olması için aşağı yukarı her zaman kafes biçiminde yapılan, uzun bir kirişitir. Kaldırılıp indirilebilen kol, kendini taşıyan kule-



Büyük bir kuleli krenin tabanı ve hareketli bölümü. (sağda) Yüksekliğinin ayarlanabilmesi için, kulenin parçaları değiştirilebilir biçimde yapılmıştır.

İnşaat alanındaki krenler. (altta solda) Önde bir İskoç maçunası, arka plandaysa iki kuleli kren görülmektedir. İnşaat alanında birkaç tür kren birden gerekebilir.

Yapılmakta olan binaya monte edilmiş iki kuleli kren. (altta sağda) Bina yükseldikçe kuleler de yükselir. Krenin kulesi genellikle, binanın asansör boşluğuna monte edilir.



1 kol
2 araba
3 makaralar
4 makaralar
5 araba tekerlekleri
6 ana halat
7 araba halatı
8 araba halatı vinci
9 askı kablosu
10 kaldırma makarası
11 tırmanma merdiveni
12 taşıyıcı yapı
13 kumanda odası
14 operatörün denetim panosu
15 operatör koltuğu
16 elektrikli şalterler
17 halat tamburu
18 elektrik motoru
19 askı kablosu bağlama uçları
20 dengeleme ağırlığı (beton blok)
21 korkuluk
22 döndürme dişlisi
23 döndürme motoru
24 kren tabanı
25 taban ağırlıkları (beton blok)
26 taban ayakları
27 makara kancası

nin çevresinde de dönebilir. Krenlerin aşağı yukarı tümünde, kaldırma görevini, bir tamburun üstüne sarılan kablo üstlenir.

Hareketli kollu krenlerde, genellikle DİZEL MOTORU kullanılır. Kirişi oluşturan kafes biçimli yapı çok güçlüdür. Kirişin ağırlığı ne kadar az olursa, kren o kadar fazla yük kaldırabileceğinden, yapının hafif olması önemlidir. Kiriş «üst» ve «alt» diye adlandırılan iki bölümden oluşur ve çoğunlukla, arasına ek bölümler takılabilecek biçimde yapılır. Bu ek bölümler, altışar metre boyundadır. Takılmaları için, kirişin sökülüp yere indirilmesi gerekir.

Zeminin düzgün olduğu yerlerde kullanılan kollu krenler, lastik tekerlekli araçlar üstüne yerleştirilir. Zeminin yumuşak ve düzensiz olduğu yerlerdeyse, paletli araçlara takılır. Palet, aracın ağırlığını, tekerleklere göre daha geniş bir alana yaydığından, birim alana düşen basınç azalır.

Teleskopik kollu krenler: Krenler, yeterince hızlı hareket edemediklerinden, genellikle çekicilerin arkasına takılan platformlara yerleştirilirler. Son yıllarda, özel olarak yapılmış araçlar üstünde yeralan teleskopik kollu krenler geliştirilmiştir. Kren gereken yere vardığı zaman, kolu, hidrolik bir sistemle açılır. Oldukça hareketli olan bu kren, az sayıda kaldırma işinin kısa zamanda gerçekleştirilmesi gereken yerlerde çok yararlı ve ekonomik (yapımcılar ağır hizmet araçlarına büyük yatırımlar yaptıklarından, aracın özellikleri arttıkça, gerçek çalışma giderleri azalır) olur.

Kuleli krenin kolundan kulenin görünüşü. (üstte) Kolun öteki ucunda betondan yapılmış dengeleme ağırlığı vardır. Araba kolun ucuna doğru gidip kuleden uzaklaştıkça, taşıyabileceği yük azalır.

Açık tavanlı kömür madeninde büyük miktarda kömürün kaldırılmasında kullanılan kazıcı kepçeli kren. (altta) Bu dev araç, bir seferde 200 ton kaldırabilir.

Teleskopik kollu krenin en önemli sakıncası, kolunun, kafes kirişe göre daha ağır, aygıtın toplam büyüklüğününse daha küçük olmasıdır. Bu yüzden, etki alanı bir anlamda kısıtlıdır. Çalışma alanını genişletmek için, hidrolik bir sisteme bağlı olarak çalışan ve uçlarında hidrolik pistonlar bulunan mafsallı yapılar kullanılır. Bunlar, tam olarak açıldıkları zaman, kren devrilmeden, ağırlık merkezinden çok uzaklara kadar uzanabilir.

Kuleli krenler: Yüksek binaların yapımında kuleli krenler kullanılır. Kafes sistemi biçimindeki taşıyıcı kulenin üstünde, iki yana uzanan yatay bir kol yeralır. Bu kolun bir ucunda dengeleme ağırlığı da bulunabilir. Kaldırma düzeneği, kol üstünde, tekerlekler yardımıyla hareket eder. Tekerlekli kaldırma düzeneği, taşıyıcı kuleye yakınken, aygıtın kaldıracağı ağırlık en üst düzeye ulaşır; uçlara yaklaştıkça, kaldırılan yük de azalır.

Yüksekliği 60 metreye kadar olan kuleler, beton ya da sert zemine monte edildikleri zaman dik durabilirler. Daha yüksek kulelerinse, bir ya da birkaç noktadan binaya bağlanması gerekir. Bir başka yöntem de kreni, bina asansörünün ya da merdivenin oturtulacağı metal direğin üstüne monte etmektir. Böylece, bina yükseldikçe, kren de birlikte yükselir. Günümüzde kuleli krenler, daha hareketli olmaları için, raylar, hattâ tekerlekli ve paletli araçlar üstüne de yerleştirilmektedir.

*İskoç maçunası*nda, üst bölümde birleşen iki eğik taşıyıcı kol, döner direği dik tutar. Alttaki yönlendirme direğine kumanda eden teller de üst bölüme bağlıdır. Bu tür krenin üstünlüğü, ayaklar bir yere tutturulmuş ya da ağırlıktan çok daha arkada dengelenmiş olduğundan, en ağır yükleri bile geniş bir alan içinde hareket ettirebilmesidir. Kren, binaların çelik bölümlerine takılarak, bina yükseldikçe yükseltilebilir. Bunlar hareketsiz ya da hareketli bir araç üstünde bulunan çelik kulelere de takılabilirler.

Rıhtım ve dok krenleri: Gemilerin yüklenip boşaltılması amacıyla en çok kullanılan kren türü, *düz çalışan rıhtım kreni*dir. «Düz çalışma» sözü, kol ileri geri kayarken yükün yükselip alçalmadığını anlatmaktadır. Sistem, yol ya da raylar üstünde yeraldığı zaman «*taşıma kreni*» diye, bir yanı rıhtıma, öbür yanı da daha yüksek olan platforma dönük biçimde monte edildiği zamansa, «*yarı taşıyıcı kren*» diye adlandırılır.

Dökme yükleri boşaltmak için, *kepçeli kren* kullanılır. Bunlarda yükü, bir köprü üstünde yürüyen bir araba taşır. Bu tür krenler bazen, yükleri oldukça uzaklara taşıyacak biçimde de yapılır.

Günümüzde, özellikle deniz yoluyla kargo taşımacılığında, standart büyüklükte konteynerler giderek daha çok kullanılmaktadır (Bk. KONTEYNER

TAŞIMACILIĞI). Rıhtımın kenarına yerleştirilmiş kepçeli krene benzeyen özel krenler, bu konteynerleri çok çabuk ve düzenli biçimde taşıyıp yerleştirebilirler.

Modern krenler: Ticaretin ve teknolojinin gelişmesi, yapı ve endüstri işlemlerini etkilemiş, birkaç yıl önce olanaksız görünen özellikleri taşıyan krenlerin yapılması gerçekleştirilmiştir. Santralların yapımında kullanılan dev krenler, birkaç yüz ton ağırlığı kaldırabilir. Dökme yüklerin boşaltılmasında kullanılan bir krenin kendi ağırlığı 850 tondur ve saatte 2 000 ton yük boşaltabilir. Bu krenin kepçesinin ağırlığı 21 ton, kapasitesiyse 24 tondur.

KRİKO, HİDROLİK Bk. HİDROLİK MEKANİZMALAR

KRİKO, VİDALI Bk. VİDA

KRİSTAL VE KRİSTALLOGRAFİ Bk. BİLLURLAR VE BİLLURBİLİM

KROM

Krom, beyaz, sert ve iyi parlatılabilen parlak bir metaldir. Düşük sıcaklıklarda kırılgan olmakla birlikte, yükseltgenmeye ve korozyona karşı dayanıklılığı nedeniyle, koruyucu kaplama olarak yaygın biçimde kullanılır. Bileşiklerinin çoğu parlak renklidir ve metalin adı, yunanca renk anlamına gelen «*khroma*» sözcüğünden kaynaklanır. Bazı değerli taşların renkleri (zümrütün yeşil rengi, yakutun kırmızı rengi, vb.), içlerindeki eser miktardaki krom bileşiklerinden gelir.

Kimyasal simgesi *Cr* olan krom (atom ağırlığı 52,01; atom numarası 24), elementlerin PERYODİK ÇİZELGE'ye göre sınıflandırılmasında, birinci GEÇİŞ ELEMENTLERİ dizisinde yeralır. Bu dizide, aralarında manganez, demir, kobalt ve nikelin de bulunduğu dokuz element vardır. Söz konusu metallerin tümünün erime noktaları yüksektir. Farklı DEĞERLİKler gösterdikleri birçok bileşik oluştururlar.

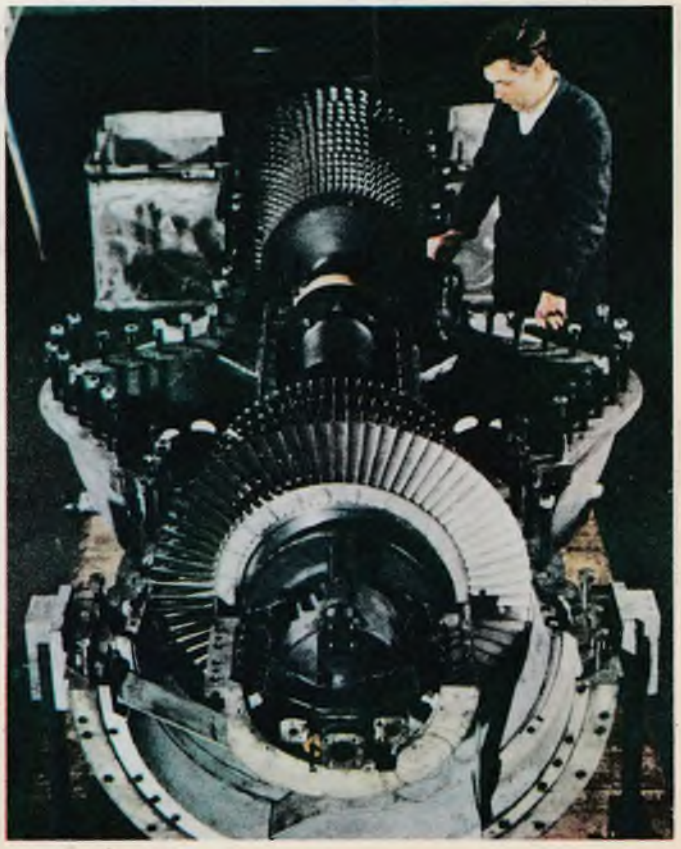
Krom, 1 890°C'ta erir. Krom atomları metal içinde, iç merkezli kübik sistemde düzenlenmiştir. Başka bir deyişle, küpün merkezinde bulunan bir atom, her biri küpün bir köşesinde bulunan sekiz atom tarafından sarılmıştır. Öteki geçiş elementleri gibi, bu billur (Bk. BİLLURLAR VE BİLLURBİLİM) yapısında olan krom serttir.

Doğada bulunuşu ve elde edilişi: Krom doğada serbest olarak bulunmaz. Başlıca kaynağı, «*kromit*» adı verilen, demir ve kromun karışık oksididir. Bu mineral ($FeCr_2O_4$), «*spinel*» diye nitelenen kübik billur yapısındadır; krom atomları oktohedral, demir atomlarıysa tetrahedral olarak yerleşmiştir. Dünya krom kaynaklarının yaklaşık % 90'ı altı ülkede bulunur: Rodezya; S.S.C.B; Türkiye; Güney Afrika; Filipinler; Arnavutluk. En zengin filizler, yaklaşık % 50 krom oksit (Cr_2O_3) ve % 15 demir (II) oksit (FeO) içerir.

Kromit filizinden kromun elde edilmesi, filizin krom (III) okside (Cr_2O_3) dönüştürülüp, bunun da arı metale indirgenmesiyle (oksijenin çıkarılması) yapılır. Krom, çelik alaşımı yapımında kullanılacaksa, filizin demir içeriği giderilmez. Bu durumda filiz, «ferrokrom»diye adlandırılan bir krom-demir alaşımı verecek biçimde doğrudan indirgenir. Filize kok katılarak, bir elektrik ark fırınında ısıtılır ve yüksek oranda karbon içeren ferrokrom elde edilir. Ancak, yüksek karbon oranının istenmediği çeliklerde, silisyum dioksit (SiO_2) katılarak karbon yükseltgenir. İndirgeme koşullarının denetlenmesiyle karbon düzeyi, % 5 — % 0,01 arasında tutulur.

Öteki kullanımları için kromun demirden ayrılması gerekir. İlk basamak, krom (III) oksidin (Cr_2O_3) ayrılmasıdır. Yaklaşık % 45 oranında krom (III) ok-

Bir endüstri türbininin türbin kanatları. (altta) Yüksek sıcaklığa ve korozyona dayanıklı kanatların yapımında, nikelle alaşımlanmış krom kullanılır. Bu buluş, jet motorunun yapılmasına olanak sağlamıştır.

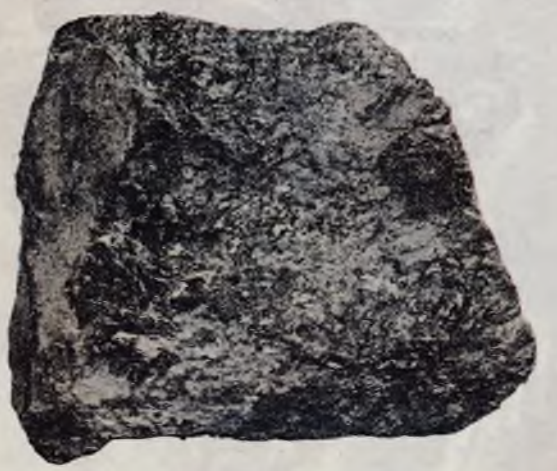


sit içeren orta dereceli filizler, sodyum karbonatla eritilerek sodyum kromata dönüştürülür. Sonra, sodyum kromat suda çözülerek, filizin kalan bölümünden ayrılır. Daha sonra, kromat, sülfat asidiyle işlenerek, sodyum dikromat yapılır. Sodyum dikromat da, kükürt ya da karbonla yeniden krom (III) okside indirgenir. Ticari bakımdan değer taşıyacak arılıkta krom, ısıl yöntemle elde edilir. Toz haline getirilmiş krom (III) oksit, alüminyum tozuyla indirgenir. Alüminyumun tutuşturulmasıyla başlayan tepkime sırasında dışarıya büyük miktarda ısı verilir. Çok arı metal gerekli olduğunda kromik asit çözeltisinin ELEKTROLİZ'ine başvurulur. Bu yöntem, ELEKTROLİZLE KAPLAMA'da geniş ölçüde kullanılır.

Alaşımlar: Oldukça küçük miktarlarda (% 5'ten az) kromun katılması, çeliğin ISIL İŞLEM'e elverişli olma özelliğini geliştirir. Böylece, su verme yoluyla sertleştirme ve tavlama işlemlerinin daha kalın bir kesitte gerçekleşmesi sağlanır.

Bu çeliğe vanadyum, nikel ya da manganez katılarak, yay ve bilyalı yatak gibi parçaların yapımına uygun kuvvetli bir madde elde edilir. Yükseltgenmeye dayanıklı kazan ve boruların yapımında kullanılan çelikler, yaklaşık % 5 krom içerirler. Özellikle atmosferin korozyon ve yükseltgeme etkisine karşı çok dayanıklı olan paslanmaz çelik, % 10 ile % 20 arasında krom içerir. Bunların ısıl işleme uygunluğu, karbon içeriklerine bağlıdır. Krom içeriği yüksek, karbon içeriği düşük (% 0,1) çeliğe ısıl işlem uygulanamaz. Bu tür çelikler, nitrik asitle temasta olan yerlerde kullanılır. Çatal ve kaşık gibi sofra eşyası yapımında kullanılan paslanmaz çelik, yaklaşık % 13 krom ile % 0,3 karbon içerir ve ısıl işlemlere uygundur. Yüksek karbonlu (% 1-2) krom çelikleri, sertlik ve aşınma dayanıklılığı istenilen yerlerde kullanılır. Krom içeriği % 30 dolayına yükselirse, alaşım, ısı değiştiricilerde ve yakıt püskürtücülerinde kullanılabilecek ölçüde, yükseltgenmeye dayanıklı hale gelir.

Alaşımın işlenmesini kolaylaştırmak için krom çeliklerine genellikle nikel katılır. Sözgelimi, paslanmaz çelik lavabolar, 18-8 paslanmaz çelik (% 18 krom ve % 8 nikel) levhalarının preslenmesiyle yapılır.



Bir kromit örneği. (üstte) Bu mineral, krom metalinin ana kaynağıdır.

Kroma nikel katılması, kromun yüksek sıcaklıkta korozyona dayanma özelliğini büyük oranda artırır. 750°C dolayında çalışan elektrikli ısıtıcı telleri, % 20 krom ile % 80 nikel içeren alaşımdan yapılır. Gaz türbini rotor kanatları gibi, çok yüksek sıcaklıklarla karşılaşan parçaların yapımı için geliştirilen *nimonik* alaşımlar, aynı alaşıma alüminyum, titan ve molibden katılarak yapılır.

Kullanım alanları: Krom bileşikleri, sepicilik işlemlerinde ve pigment olarak yaygın biçimde kullanılır. Krom, korozyondan koruma amacıyla metallerin üstüne kaplanır. Düşük dereceli kromit filizleriyse, ısıya dayanıklılık kazandırmak için kullanılır.

Özellikle ayakkabı ve kemer yapımında kullanılan derilerin sepilenmesinde (tabaklanma) karmaşık anorganik krom bileşiklerinden yaygın olarak yararlanılır. Öteki krom bileşikleri de, yavaş yavaş yerlerini sentetik organik bileşiklere bırakmalarına karşın, hâlâ çok sayıda pigmentin yapımında kullanılmaktadırlar. Başlıca pigment renkleri şunlardır: Krom (III) oksitten yeşil; kurşun kromat ya da çinko kromattan sarı; molibden tuzları ile kurşun kromat karışımından turuncu.

Otomobillerin üstündeki parlak parçalar, genellikle elektroliz yoluyla kromla kaplanır. Ama bu kaplama çok ince olduğundan (yaklaşık binde bir milimetre), bu alanda tüketilen krom önemli bir miktara ulaşmaz. Elektroliz sırasında koşulların dikkatle denetlenmesi yoluyla, oldukça yansıtıcı yüzeyler elde edilebilir.

Kromun, korozyona karşı çok dayanıklı olmasına karşılık, çatlamayan bir tabaka biçiminde kaplanması zordur. Bu yüzden korozyona karşı dayanıklılık, genellikle kromdan yüz kez daha kalın bir nikel tabakasıyla sağlanır. Bu nikel tabakası üstüne, çizilmeye ve donuklaşmaya dayanıklı yüzey veren krom kaplanır. Elektrolizle kaplanmış krom tabakasının küçük çatlaklar oluşturma özelliğinden, silindir gömlekleri ve piston segmanlarında yararlanılır. Çatlaklar, ana yağlayıcı dolaşım kesildiğinde, kısa süreler için bu bölümlerin yağlanmasına yetecek kadar yağ taşırlar. En arı krom kaplama («kromlama» adı verilir), kaplanacak eşyanın bir krom halojenür atmosferinde ısıtılmasıyla elde edilir. Eşya 1 000°C dolayında ısıtılır ve uçucu krom klorür ya da iyodür, eşyanın yüzeyine yayınıp, krom yüzeyde birikir. Bu yolla biriktirilen tabakalar, elektroliz yoluyla elde edilen kaplamalar gibi çatlamaz. Paslanmaz çelikten daha ucuz olması nedeniyle, üstüne krom tabakaları biriktirilmiş çelikler, gazlaştırma fırınlarında, fırın parçalarında ve bazı el aletleri ile makinalarda kullanılır.

Düşük dereceli kromit filizleri, yaklaşık % 35 kromit ve düşük silisyum dioksit içerir ve refrakter (ısıya dayanıklı) tuğlaların yapımında kullanılırlar. Fırın içlerinin kaplanmasında kullanılan bu tür tuğlaların, erime noktasının yüksek, ısıl genleşmesininse düşük olması ve fırındaki maddelerle tepkimeye girmemesi gerekir.

KROMATOGRAFİ

Kimyasal bileşik karışımlarını ayırmak ve arıtmak için, analitik kimyacıların kullandıkları iki teknik vardır: DAMITMA; kromatografi. Damıtma, farklı sıcaklıklarda kaynayan BİLEŞİK'leri ayırır. Ne var ki, birçok karışımın bileşenleri (özellikle biyolojik örnekler), ısıtıldıkları zaman bozulurlar; bazıları aynı sıcaklıkta kaynar; bir bölümü de çok küçük miktarlarda bulunur. Bu nedenle, karışımların, sıvılardaki çözünürlüklerinden ya da katı maddelerin yüzeylerine tutunma farklılıklarından yararlanarak ayrılmasını sağlayan kromatografi geliştirilmiştir.

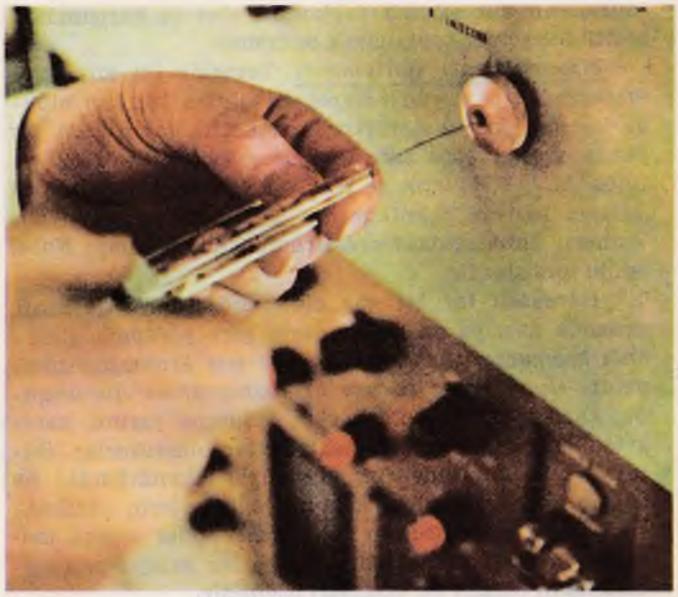
Kromatografi, sidik örnekleri içindeki ilaçların ve besin maddeleri içindeki zehirlerin saptanmasında kullanılır. Ayrıca AMİNOASİTLER'in, ALKOLLER'in ve yalın şekerlerin ayrılmasında da yararlı olur. Endüstrideki kullanımı, gaz akımını izlemek ve atmosfere atılan maddelerin içeriğini denetlemektir. Bununla birlikte en yaygın kullanımı, yüksek arılıktaki kimyasal maddelerin, özellikle ilaç endüstrisi için üretimi ve arıtılmasıdır.

İlk kromatografi yöntemleri, öteki yöntemlerle çözümlenmesi güç ya da olanaksız olan karmaşık doğal ürünlerin incelenmesi için geliştirildi. XIX. yüzyıl ortalarında şeker çözeltileri, kömür tabakalarından süzülerek arıtılıyordu (bu da, temelde bir kromatografi yöntemidir). XIX. yüzyıl sonlarında Amerikalı D. T. Day, ham petrolü bir kil (Fuller toprağı) sütunundan geçirerek, çeşitli bölümlerine ayırdı. 1903 yılında Rus botanikçisi M. Tsvett, yapraklardan çıkarılan çeşitli boya maddelerini bir kalsiyum karbonat sütunundan geçirerek, çeşitli renklerdeki bölümlere ayırdı. Böylece teknik, adını, yunanca renk anlamına gelen «*khroma*»dan aldı.

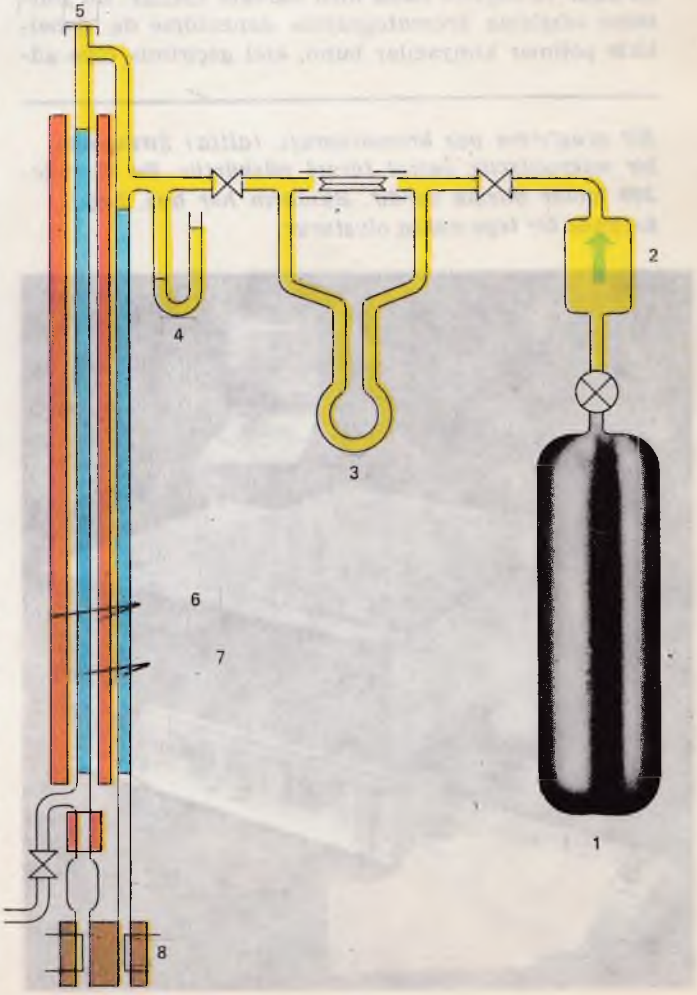
Kromatografinin ilkeleri: Kromatografi, bir *hareketli* taşıyıcı faz (bir sıvı ya da bir gaz) ile bir *hareketsiz* sıvı ya da katı faz arasında, karışımın bileşenlerinin ayrılmasıdır. Kromatografi sürecinde örnek karışımını taşımada kullanılan hareketli faz, ya bununla karışmayan bir başka fazdan ya da hareketsiz kalan bir tutunma yüzeyinden geçirilir.

Karışımdaki çeşitli kimyasal bileşenler, hareketli fazdan hareketsiz faza ve yeniden hareketli faza geçerler. Geçiş yolu boyunca bu işlem birçok kez yinelenir. Karışımı oluşturan maddeler arasında çözünebilirlik ya da yüzeye tutunma farklılıkları olduğu için, daha çözünür ya da yüze daha çok tutunabilir olanlar, daha az çözünür ya da daha az tutunabilir olanlardan geri kalacaklardır.

Ayırıcı madde içinden yeterli bir geçiş süresinden



Çözümlenecek maddenin gaz kromatografına verilmesinde şırınga kullanılır. (üstte) Karışım içindeki milyonda bir kadar küçük oranlardaki zehir kalıntıları bile, bulunup belirlenebilmektedir.



Gaz kromatografisi aygıtının çizimi: (sağda) 1) Taşıyıcı gaz deposu (taşıyıcı gaz, azot, hidrojen, argon ya da bir karışım olabilir); 2) Gaz kurutmak için nem çekiçi; 3) Gaz akımı göstergesi; 4) Manometre; 5) Örnek püskürtme yeri; 6) Isıtılmış sütun gömleği; 7) Kromatografi sütunu; 8) Bir yazıcıya bağlı, bulucu birimi.

sonra, tam bir ayırma sağlanmış olur ve karışımdaki çeşitli bileşenler toplanarak belirlenir.

Kromatografi yöntemleri: Temelde iki ana kromatografi tipi vardır: Hareketsiz fazın bir sıvı olduğu *ayırma kromatografisi;* hareketsiz fazın katı bir yüzey olduğu *yüze tutunma kromatografisi.* 1952 yılında A. J. P. Martin ve R. L. M. Synge, kromatografi yoluyla ayırma tekniklerinin geliştirilmesi ve uygulanması konusundaki araştırmalarından dolayı Nobel ödülü almışlardır.

Hareketli faz bir gaz olduğunda, durağan fazın, sırasıyla katı ya da sıvı oluşuna göre yönteme, «*gaz - katı kromatografisi*» ya da «*gaz-sıvı kromatografisi*» denir. «*İyon değiş-tokuşu kromatografisi*» durumunda, karışımın bileşenleri, yüze tutunma yerine, hareketsiz fazla gerçek kimyasal bağlar oluştururlar. Sütun temizlendiğinde (bir çözücüyle yıkandığında) bu bağlar kopar. Çözülme kolaylığı bileşenlerin ayrılmasına neden olur. Bunun bir örneği, ender toprak metallerinin katyon değiştirici reçineler üstünden ayrılmasından oluşan bir endüstri işlemidir.

Yüksek oranda gözenekli, jelatin benzeri maddeler (bunlara «molekül elekleri» de denir) hareketsiz faz olarak kullanılırlarsa, karışımdaki küçük moleküller deliklere takılırken, büyük moleküller dışarda kalır ve böylece daha hızlı hareket ederler. Bu yönteme «*dışlama kromatografisi*» denebilirse de, genellikle polimer kimyacılar bunu, «*jel geçirimi*» diye adlandırırlar. Yaygın kullanımı olan bir başka terimse, «*jel filtreleme*»dir.

Bir araştırma gaz kromatografı. (altta) Şırıngayla bir mikrolitrelik petrol türevi püskürtür. Bu türevde 200 kadar bileşik vardır. Bunların her biri, kağıt üstünde bir tepe nokta oluşturur.

Benzer çözümlemeler için, hareketsiz faz olarak, sütun yerine, tutucu bir tabaka kağıt (süzgeç kağıdı) ya da bir tutucu toz tabakası kullanılır. «*Kağıt kromatografisi*»nde örnek, tutucu kağıdın bir kenarına konur ve karışım, kağıttan çözünüp gitmeyecek biçimde yıkama teknesine batırılır. Teknedeki sıvı, kağıt boyunca kılcal kanallarda ilerleyip, karışımın bileşenlerini farklı uzaklıklara taşır (Bk. YÜZEY GERİLİMİ). Karışımın bileşenlerinin kendi *tutulma* (retensiyon) *değeri*ne (hareketsiz faz tarafından tutulma oranı) göre farklı uzaklıklara yayılması saatler alır. Renk ayrımı için bu farklı noktalara ya püskürtme işlemi uygulanır ya da noktalar, morötesi ışınlar altında incelenir.

Daha yeni ve aynı ölçüde önemli bir başka yöntem olan ince tabaka kromatografisinde, kağıdın yerini, cam levhaya yayılmış ince toz halinde alüminyum oksit ya da silikajel alır. Yalnızca 20 dakika alan bu yöntem, kağıt tekniğinden daha hızlıdır. Bu yolla bileşenler, miligramlar ölçüsünde hazırlanabilir. Buna bir örnek, ilaç endüstrisinde antibiyotiklerin ayrılmasıdır.

Bazen kromatografi başlığı altında incelenen bir başka teknik de, çözücüyle doyurulmuş kağıttaki örneğin bir elektrik akımıyla ayrılması anlamına gelen *elektroforez*dir. Bu yöntem, yalnızca aminoasitler gibi iyonik (yani artı ya da eksi yüklü iyonlar) maddeler için kullanılabilir.

Gaz kromatografisi: Bu, en önemli kromatografi yöntemlerinden biridir. Gaz-sıvı kromatografisinde sıvının yüksek oranda gözenekli bir katı üstüne yayılmasına karşılık, bu ad, gaz-katı ayırmasından çok, gaz-sıvı ayırmaları için kullanılır. Gaz kromatografisi son zamanlarda hem laboratuvarlarda, hem de endüstride yaygın biçimde kullanılan çözümleme tekniklerinden biri haline gelmiştir. Gaz kromatografı, bir karışımın bileşenlerinin etkili biçimde ayrılmasını sağlayan yalın, hızlı ve hassaslığı yüksek bir araçtır. Uygulama alanı aşağı yukarı sınırsızdır. Tek sınırlama, örneğin ya da türevin, buharlaşabilir olma ve kararsız (ısıyla bozulma durumu) olmama zorunluğudur.

Gaz kromatografisi kavramı ilk kez 1941'de, A. J. P. Martin ve R.L.M. Synge tarafından ortaya atıldı. Ama Martin ve A. T. James'in gaz kromatografisi yoluyla yağ asitlerinin mikroanalizi konusundaki ünlü çalışmalarını yayınlamaları, ancak 1952 yılında gerçekleşti. 1950'lerde bu teknik, kendi yaptıkları aygıtları kullanan sayısız araştırmacı tarafından geliştirildi.

Gaz kromatografisi hem bir ayırma, hem de bir ölçü tekniği olduğu için, öteki yöntemlerden üstündür. Birçok karışımın çözümlenmesi 15-20 dakika alır, ama bazı çözümlemeler birkaç saniye içinde tamamlanır. Gaz kromatografisi şu biçimde yapılır: Karışımı içeren örnek, genellikle bir şırıngayla ya doğrudan çözümleme sütununun üstüne ya da örneğin, karışımın buharlaştırılıp sütunun üstünde bir buhar "ta-

pa" sı olarak tutulduğu buharlaştırıcı bloka püskürtülür. Buhar, taşıyıcı gaz akımına girer ve sıcaklığı 0° — 400°C arasında bir sıcaklıkta tutulan sarmal sütun boyunca dolaşmaya başlar. Sütunun altı (bileşenler ortaya çıktıkça bunları bir grafik kağıdı üstüne kaydetmek için), alev iyonlaşması, ısı iletkenliği ve başka fiziksel özellikleri kullanan bir bulucuya bağlanır. Bulucu, taşıyıcı gaz akımı içindeki örnek bileşenlerin yoğunluklarının zamana göre değişimini gösteren çizgileri, keskin tepeler biçiminde bir grafik kağıdı üstüne çizmek için kullanılır. Bu tepelerin görünümleri, zamanları, yükseklikleri, genişlik ve alanları hem nitel, hem de nicel veriler sağlar.

Kromatografın en önemli parçası sütundur. Sıcaklık, hareketsiz faz ve bunun gibi özel boru koşullarının ayarlanmasıyla her tür çözümleme yapılabilir. Daha yeni bir gelişme, büyük sütunlu hazırlayıcı gaz kromatografıdır. Bu, bir kütle spektrografından (kesin molekül ağırlığı belirlemeleri yapmada kullanılan bir yöntem) yararlanan bir çözümleme tekniğiyle birlikte kullanıldığında, örnekteki milyonda bir orandaki miktarları bile belirleyebilir.

Gaz kromatografisi, kimya endüstrisinin aşağı yukarı bütün dallarında, özellikle de petrol ve eczacılık alanlarında kullanılır. Süreç denetimlerinde, araştırmalarda ve alışılmış çözümleme laboratuvarlarında çok yararlı olur. Plastik, besin, mayalama, biyotıp, tıp ve adli tıp alanlarındaki kullanımları da hızla artmaktadır.

KROM KAPLAMA Bk. ELEKTROLİZLE KAPLAMA

KSEROGRAFİ

1930'larda belgelerin kopyasını çıkarmanın tek yolu fotoğraf yöntemiydi. Bu yüzden, banyo çözeltileri kullanılır ve işlem çok yavaş gerçekleşirdi.

New York'lu Chester Carlson, yıllarca çalışarak, bu yöntemlerin yarattığı sorunları ortadan kaldıracak yeni bir işlem geliştirdi. Yöntemine «*elektro-fotoğraf*» adını verdi. İlk deneylerinde, üstüne bir post parçası sürterek statik elektrikle yüklediği kükürt kaplı bir levha kullandı (Bk. ELEKTROSTATİK). Levhanın üstüne bir görüntü düşürüldüğünde, ışık, statik yükü bozuyordu. Levhaya püskürtülen kurtayağı tozu, yüklü bölgelere yapışıyor ve görüntü, kopyayı oluşturacak biçimde mumlu kağıda geçiriliyordu.

Bu yalın ve ilkel işlem, yıllar sonra milyonlarca dolarlık bir şirketin temelini oluşturdu. Ne var ki, başlangıçta Carlson'un parasal destek bulmak için altı yıl uğraşması gerekti. Carlson'un önerileri İBM ile Kodak firmalarınca geri çevrildi, ama Batelle Araştırma Enstitüsü ile küçük bir fotoğrafçılık şirketi olan Haloid, onu desteklemeyi kabul ettiler. Yeni kurulan şirket, yunanca «kuru» ve «yazı» anlamına gelen «*xeros*» ile «*graphe*» sözcüklerinden esinlenerek, bu işleme, *kserografi* adını verdi.

Kserograf silindiri: İlk işleme çok benzeyen modern kserografi yöntemi, altı önemli noktada geliştirilmiştir. Ama bunları anlatmadan önce, makinanın temel parçası olan kserograf silindirini gözden geçirmek gerekir.

Silindirin yüzeyi alüminyumdan yapılmış, bunun üstüne alüminyum oksitten oluşan ince (yaklaşık 10 atom kalınlığında) bir tabaka kaplanmıştır. Bu tabakanın da üstünde bir selenyum tabakası yeralır. Selenyum, ışıliletken bir maddedir; yani, yalnızca üstüne ışık düştüğü zaman iletken olur. Bu tabaka, özellikle çok duyarlı olacak biçimde hazırlanmıştır. Bu yüzden, silindirin yüzeyinde oluşan yük dağılımı, silindir karanlıkta kaldığı sürece varlığını korur. Işık düştüğü zaman selenyum, yükü alüminyuma ileterek, dengeler. Alüminyum oksit tabakası, yük boşalmasını yavaşlatan yalıtkan bir tabaka görevini üstlenir.

Kserografi sürecinde önce, silindirin yüzeyi karanlıkta elektrostatik olarak yüklenir. Bu amaçla silindir, "*korotron*" adı verilen ve üstüne (yaklaşık 7 kV kadar) yüksek gerilim uygulanan çıplak telin altında döndürülür. Gerilim, havayı iyonlaştırır ve genellikle telin çevresinde mavi bir bulut ya da korona göze çarpar. Düzgün bir kopya elde etmek için, silindir üstündeki yük dağılımı da düzgün olmalıdır. Bu yüzden de silindirin, telin altında değişmez bir hızla dönmesi, tel ile silindir arasındaki uzaklığın ve korotronun geriliminin değişmez kalması gerekir. Ayrıca, alüminyum tabaka iyice topraklanmalı ve korotron tel temiz olmalıdır.

Poz ve developman: İkinci işlem poz işlemidir. Kopyası çıkarılacak belgenin görüntüsü, mercek ve aynalardan oluşan bir sistemle silindire düşürülür. Görüntü, fotoğrafta olduğu gibi terstir. Kağıttaki beyaz bölgeler ışığı çok yansıttıklarından, silindirin üstündeki yük dağılımı bu bölgelerde bozulur; siyah bölgeler ise, ışığı yansıtmadıklarından yükte bir değişiklik yaratmazlar. Böylece, silindirin üstünde görünmeyen ve ışık altında kaldığı zaman ortadan kalkan bir statik yük görüntüsü oluşur.

Bundan sonraki *developman* aşamasında, özel bir kuru banyo kullanılır. Bu banyo, *taşıyıcı* ve *renklendirici* tozların bir karışımıdır. Taşıyıcı (genellikle kum ya da metalden) plastikle kaplanmış küçük cam bilyalardan oluşur. Bunların çapları 0,25 mm kadardır. Renklendiriciyse, termoplastik reçineden ya da karbondan yapılmış, ince, siyah bir tozdur. Bu tanecikler son derece küçüktür; taşıyıcı tanelerinin yanında, futbol topunun yanındaki bir bezelye tanesi gibi kalırlar.

Renklendirici ve plastik kaplı bilyalar, triboelektrik nitelikli, yani birbirlerine sürtündükleri zaman statik elektrik üreten türdendir. Bu işlem sırasında taşıyıcı artı, renklendiriciyse eksi yük kazanır. Böylece, taşıyıcı bilyalar, renk değiştirici bir tabakanın içinde kalırlar.

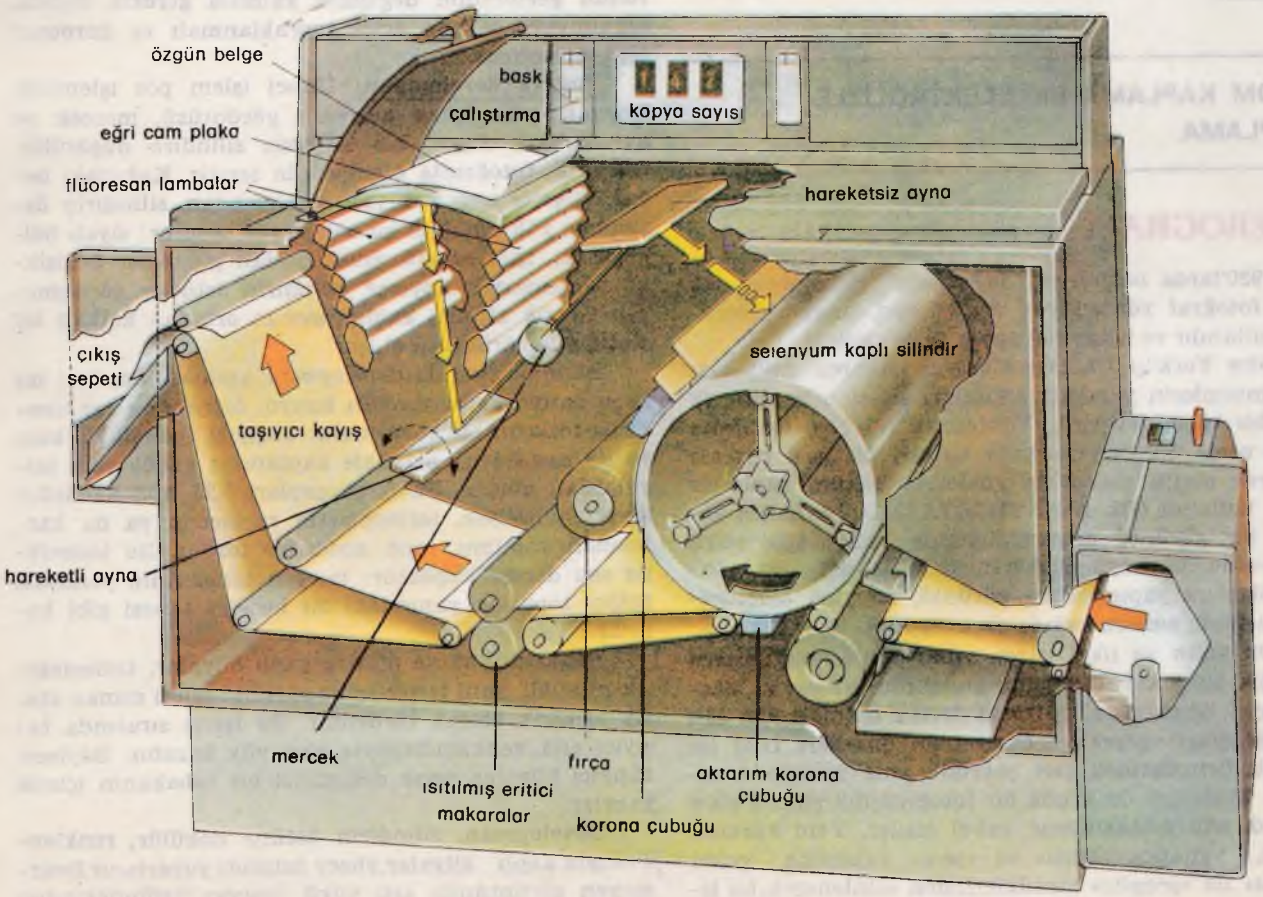
Developman, silindirin üstüne dökülür, renklendiriciyle kaplı bilyalar, yüzey üstünde yuvarlanır. Belirmeyen görüntünün artı yükü, taşıyıcı üstündekinden

daha çok olduğundan, renklendirici, silindir üstündeki yüklü bölgelere tutunur (bu bölge, kopyası alınan kağıdın siyah bölgelerinin karşılığıdır). Böylece silindirin üstünde, renk değiştiricilerden oluşan gerçek bir görüntü ortaya çıkar.

Aktarım ve sabitleme: Bundan sonraki aşama, *aktarım*dır. Artı yükün etkisiyle silindirin yüzeyine yapışan renklendiriciyi ayırıp kağıda geçirmek için, kağıdın daha yüksek artı bir yük içermesi gerekir. Bu da gene korotron kullanılarak sağlanır. Korotron, silindirin üstüne yapışan kağıdı yükler ve renk kağıda geçer. Artık, kopya aşağı yukarı tamamdır. Beşinci işlem olan *sabitleme* işlemine geçilir. Renklendirici, bir termoplastik, yani ısıtıldığı zaman eriyen bir tür reçinedir. Bu yüzden kopya, ısı yayan bir aygıttan ya da ısıtılmış merdaneler arasından geçirilir. Böylece, renklendirici eriyerek, kağıdın liflerine karışır ve soğuduğu zaman kalıcı bir kuru kopya oluşturur.

Chester Carlson, 1930'larda laboratuvarında çalışırken. (üstte) Yüklenmiş, pozlandırılmış ve banyo edilmiş plakanın üstüne bir makarayla kağıdı bastırmaktadır. Görüntü kağıda geçecektir. Daha sonraları bu işlem otomatikleştirilmiştir.

Büro tipi bir kserografi aygıtı. (altta) Hareketli ayna yardımıyla taranan belgenin görüntüsü, mercek yoluyla silindirin üstüne düşürülür. Silindir, daha önce korotronla yüklenmiştir. Yük dağılımının yarattığı görüntü banyo edilir (boyayla kaplanır) ve gene korotronla yüklenmiş olan kağıda geçirilir. Isıtılmış merdaneler görüntüyü tespit ederken, silindir, yeniden kullanılmak için temizlenir.



Temizleme: Artık, kopya tamamlanmıştır; ama renklendirici hiç bir zaman bütünüyle kağıda geçmediğinden, bir sonraki kopya yapılmadan önce silindirin temizlenmesi gerekir. Altıncı ve sonuncu işlem olan *temizleme*, üç aşamada gerçekleşir. Önce eksi yüklü ya da alternatif akım geçirilen bir korotron, silindiri deşarj eder; bunu, silme ve poz aşamaları izler.

Eksi yüklü korotron, artakalan artı yükü ortadan kaldırır ve renklendirici maddenin, silindirin üstünden fırçalanarak ya da silinerek çıkarılması daha kolaylaşır. Ama, silme işlemiyle silindir üstünde statik yük oluşabildiğinden, bunlar, poz işlemiyle ortadan kaldırılır. Her kopya için bu altı işlem art arda gerçekleştirilir. Bazı makinalar saniyede iki kopya bile yapabilirler.

Kseroradyografi: Kseroradyografi, kserografiden geliştirilmiş ilginç bir yöntemdir. Bu yöntemde, ışık yerine kullanılan röntgen ışınları, alışılmış kopyalar yerine, filmleri etkiler. İşlem aşağı yukarı aynıdır, ama silindirin yerini bir düzlem plaka alır. Bu plaka elektrikle yüklenerek özel bir bölümde saklanır. Film çekileceği zaman, plaka buradan alınıp hastanın altına yerleştirilir. Işın gönderildikten sonra, plaka banyo edilir. Filmde ayrıntıların görülmesi için, özel bir

Modern bir kserografi aygıtı. (altta) Normal kserografi işlemine uygun çalışan bu aygıtın, bütün parçaları minyatürleştirilmiştir.

Röntgen kserografisi. Resimlerde (altta), ur izlenimi veren iki meme kseroradyogramı görülmektedir (ortadaki koyu lekeler). Kseroradyografi, birkaç bakımdan normal röntgenden üstündür. Bunların başında, daha çok ayrıntı vermesi ve daha düşük dozlarla çalışmayı olanaklı kılması gelir.

mavi boya, taşıyıcı olmadan kullanılır. Belirli bir miktar boya, plakanın üstüne püskürtülerek, yüklü bölgelere yapışması sağlanır. Plaka üstünde oluşan görüntü, son film görüntüsünü verecek biçimde özel bir kağıda aktarılır.

Bu yöntemin, alışılmış röntgen işleminden üstünlüğü, daha düşük dozlarla film çekimini olanaklı kılması, daha hızlı olması (filmin banyosu birkaç dakika sürer) ve görüntünün daha nitelikli olmasıdır. Karanlık oda gerektirmediği gibi, elde edilen kopya, isteğe göre, artı ya da eksi resim verecek biçimde değerlendirilebilir. Bu yöntem, özellikle alışılmış röntgen yönteminin yeterli bilgi sağlamadığı boğaz ve gırtlak filmlerinde ya da mamografi (meme röntgeni) gibi yumuşak doku araştırmalarında yararlı olur.

Özgün kopyaların renkli olması: Buraya kadar, özgün kopyaların siyah - beyaz olduğu durumlardan söz ettik. Renkli baskılardan siyah - beyaz kopya elde edilmesi gerektiği zaman, selenyumlu silindirin renklere farklı ölçülerde duyarlı olması, çeşitli sorunlar doğurur. Sözgelimi, mavi ışık, silindirin çabuk deşarj olmasını sağlar; oysa, tayfın öteki ucunda yeralan kırmızı (dalgaboyu daha uzundur), pek az deşarja neden olur.

Mavi renk, selenyumu, üstüne basıldığı beyaz kağıdın rengi gibi etkilediğinden, bu rengin kağıda çıkması güçtür. Kırmızı renkse, siyah renk gibi etki eder ve kopyaya elverişlidir.

Renkli kopya: Siyahın yanı sıra, altı renk verebilen renkli kserografi de geliştirilmiştir. Renkli baskı işlemine benzeyen bu yöntemde, özgün renkler, üç renkli görüntülere dönüştürülür. Bunlar *çıkartmalı renk sistemi*nin (Bk. RENKÖLÇÜMÜ) *birincil renkleri* olan mor, sarı ve koyu mavidir. Kırmızı, mavi ve yeşil, bu renklerin birleştirilmesiyle elde edilir. Kırmızı için mor ve sarı, yeşil için koyu mavi ve sarı, lacivert için de koyu mavi ile mor üst üste basılır. Üç rengin birden üst üste basılmasıysa siyah verir.

Sözgelimi, mor rengi elde etmek için, silindir üstündeki, özgün kopyadaki morun karşılığı olan bölgelerin dışında kalan bütün yüzeyin renksiz olması gerekir. Mor boya, yüklü bölgelere yapışır. Mor, kırmızı ile mavinin karışımı olduğundan, yeşil filtre kullanılır. Böylece, silindire yalnızca yeşil ışık düşer ve özgün kopyadaki yeşil içeren bütün renkleri taşıyan bölgeler (beyaz dahil, çünkü beyaz da yeşil rengi içerir) deşarj olur. Yeşil renk, tayfın ortalarında yeraldığından, yüklü bölgeler, tayfın geri kalan bölümünün, yani kırmızı ile mavinin karşılığıdır. Bunların birleşmesi de moru oluşturur.

Renkli baskı için gereken öteki iki renk de, benzer biçimde elde edilir. Sarı renk, silindirin üstüne mavi filtreden ışık düşürüldükten sonra, sarı boyayla oluşturulur. Koyu mavi içinse, kırmızı filtre kullanılır.

Silindirin üstüne sırayla her filtreden bir kez ışık düşürülüp, ardından uygun renkle banyo yapılarak, üç renk birbiri ardınca üst üste eklenir. Oluşan son görüntü sabitlenir ve 30 saniye içinde bütünüyle renkli bir kopya halini alır.

KUADROFONİK. Bk. STEREOFONİ VE KUADROFONİ

KUMAŞ

Başlıca üç tür kumaş vardır: Dokuma; örgü; dokunmamış kumaş. Dokuma kumaş, uzunlamasına *çözgü* ipliği ile bunun arasından geçen *atkı* ipliğinin dokunmasıyla elde edilir. Dokunmamış kumaşların yapımında, düzgün biçimde sıralanmış ya da gelişigüzel biçimde tabakalandırılmış lifler kullanılır. Çoğunlukla mekanik, kimyasal ve çözücü işlemlerin uygun bir bileşimi sonunda bu liflerin birbirine kenetlenmesi sağlanarak, dokunmamış kumaşlar elde edilir. Sözgelimi, bir mekanik yöntemde, ucu kancalı iğnelerle, liflerin birbirine dolanması sağlanır. Keçeyse (Bk. KEÇE ÜRETİMİ) bazı liflerin, nem, sıcaklık ve

İskoçya'daki bir dokuma fabrikasında dokuma tezgâhı. (altta) Resimde, yumuşak moher ile bükülmüş yün ipliği görülmektedir. Kumaşın çözgü ipliklerinin oldukça kuvvetli olması gerektiği için, bu iplikler çok katlıdır.

basınç etkisiyle keçeleşme niteliklerinden yararlanılarak üretilen, bir dokunmamış kumaş türüdür. Dokunmamış kumaş deyimi, yan yana dizilmiş liflerin bir iplikle dikilmesinden elde edilen kumaşlar için de kullanılır. İki tabaka lifin bir dokuma işlemi yapılmadan üst üste yerleştirilmesi ve üçüncü bir lif grubuyla örülerek birbirine bağlanmasıyla yapılan kumaşlar da, aynı türdendir.

Günümüzde, bükülmüş yün ipliği kadar, yapay olarak üretilen birçok yumuşak lif de, örgü kumaşların yapımında kullanılmaktadır. Örgü kumaşlar, tek bobinden gelen iplik üstüne ileri-geri hareketle ilmik atılması ya da bir grup ipliğin, bitişik dizideki ipliklere bir ilmikle tutturulması yoluyla üretilir (Bk. ÖRGÜ MAKİNASI).

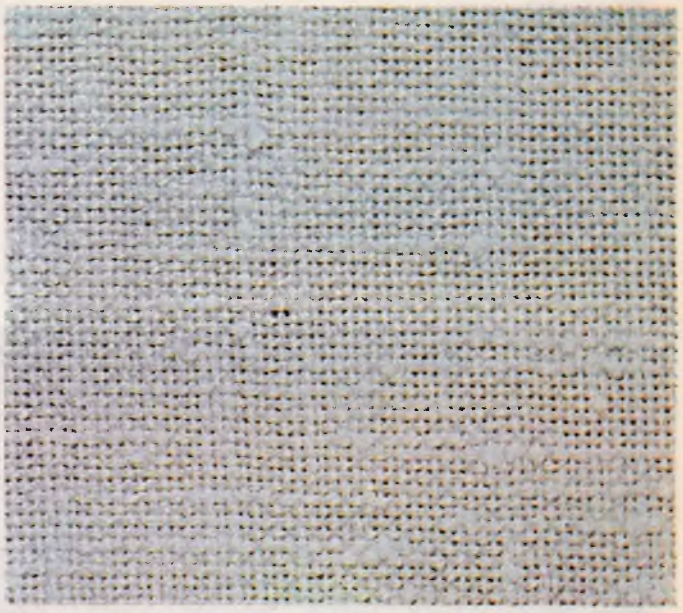
Dokuma kumaşlarının kökeni: Dokumacılığın kökeni konusunda elde kesin belgelerin bulunmamasına karşılık, Taş devrinde iplerin büküldüğü, örüldüğü ve dikildiği bilinmektedir. Cilalıtaş devrindeyse, keten yetiştirilmiş ve keten liflerinden kumaş yapılmıştır. İsviçre'de bulunan keten ipliği, çıkrık ve yün dokuma kalıntıları, Taş devrinin son dönemlerinde, insanların, lif bükme ve dokuma konusunda ustalık kazandığını göstermektedir. Dokumacılık sanatı, Mısır uygarlığının ilk dönemlerinde daha da geliştirilmiştir. Mısır mezarlarında bulunan keten parçalarının yanı sıra, Teb kentinin duvar resimlerinde dokuma tezgâhlarına raslanmıştır.

Dokuma kumaşın yapısı: Yalın dokumalar, «*atkı*» adı verilen bir sıra ipliğin, «*çözgü*» adlı ikinci bir iplik sırasının altından ve üstünden geçmesiyle yapılır. Yalın dokumalarda bu iki sıra iplik, birbiriyle dik açı yapar.

Kumaş örgü desenlerinde yinelenen en küçük birime «*armür*» denilir. Başlıca üç armür vardır: Bez ayağı (*«hasır örgü»* ya da *«tafta»* da denir); *«serj»* ya da *dimi* (kumaş yüzünde diyagonal çizgiler vardır); *saten*. Bez ayağı, atkı ipliğinin çözgü ipliklerinin bir üstünden, bir altından geçmesiyle yapılır. İkinci atkıda bu işlem tersine çevrilir; yani birinci atkıda altta olan çözgü, ikinci atkıda üstte kalır. Bu biçimde dokunmuş kumaşın, iki yüzü de birbirinin aynı olur.

Serj ya da dimi armür de, atkı ipliklerinin, her çözgü ipliğinin altından ya da üstünden geçmesiyle oluşur. Bunun hasır dokumadan farkı, her atkı ipliğinin geçişinde, bu ipliğin bir öncekine göre sağa ya da sola kaymasındadır. Böylece diyagonal desen ortaya çıkar. Diyagonal desen, yukarı doğru sağdan sola olursa «s-diyagonal», soldan sağa olursa «z-diyagonal» diye tanımlanır. Diyagonal dokumalar, kumaşın hem altında, hem de üstünde görülür.

Atkı ipliğinin, her sırada, bir öncekine göre bir iplikten çok kaydırılmasıyla, diyagonalın açısı değiştirilebilir. Sözgelimi, 5-1-1-2-1-1 şemasına göre ipliğin belirli bir yöne kaydırılmasıyla, 5 atkıdan oluşan belirgin sırtların arasında, 1-1-2-1-1'lik bölüm, kumaşın zeminine doğru gömülen bir çizgi görüntüsü verir. Ancak, yalın dimi armürlerde, diyagonal açısı çeşitlemeleri, yalnızca iplikler arasındaki uzaklığın önce bir yöne, sonra öteki yöne doğru düzenlenmesiyle elde edilir. *Gabardin* türü kumaş, böyle bir düzenlemenin ürünüdür.



Yalın dokumalar "atkı" adlı bir dizi ipliğin, "çözgü" denen bir dizi iplikle alttan ve üstten birbirine geçirilmesiyle yapılır. Resimdeki (üstte) bez ayağı dokumada, atkı ve çözgü tek tek ipliklerden oluşmaktadır. Dokuma, değişik kalınlıktaki ipliklerden yapıldığından, değişik görünmektedir.

Kumaşın yüzünde diyagonal çizgiler oluşturan dimi ya da serj, sıkı yalın dokuma örneklerinden biridir. (altta)

Gene kare biçimli bir armür olan *saten*deyse, birinci atkının çözgüyü bağlamasından sonra, daha sonraki atkılar belirli sayıda çözgüyü atlar. Yüzeyde bulunan çözgü ya da atkı iplikleri atlaklarına göre, bu tip

armüre, ya *çözgüden saten* ya da *atkıdan saten* adı verilir.

Atkı ve çözgü ipliklerinin birbirlerinin altından ve üstünden geçmesiyle yapılan yalın dokumaların iki türü daha vardır. Birinci tür olan muslinde, belirli çözgü iplikleri, atkı iplikleri arasında, sırasıyla bir sağa, bir sola hareket eder. İkinci tür ise, yüzeyinde hav bulunan düz kadife, fitilli kadife ve HALI gibi dokumalardır. Bunlarda iki çözgü (ya da atkı) vardır. Biri zemin örgüsünü ortaya çıkarır, öteki de kesilerek havı oluşturur. İkinci çözgüden oluşan ilmiklerin kesilmeden bırakılmasıyla da, havlu, Brüksel halısı ve moket gibi kumaşlar elde edilir.

Derin dokular ve birleşik yapılar: Atkı ve çözgülerin değişik biçimlerde dokunmasıyla, derin doku görüntüsü veren sonsuz sayıda çeşitlemelere ulaşılabilir. Sözgelimi, bal peteği dokusunda, sıkı dokunmuş iplikler kumaşın yüzünde derine gömülür ve gevşek dokunmuş ipliklerin uzun düğümleri, kumaşın yüzünde kabartı oluşturarak hücre biçimli bir görüntüyü ortaya çıkarır. İpliklerin değişik kalınlıklarda bükülmesiyle de değişik dokular elde edilebilir.

Dokunmuş yapılarda desen: Çizgili, damalı ve desenli dokumalar iki ya da daha çok doku öğesinin, genel desen dokusunda bir araya getirilmesiyle elde edilir. En ünlü çizgili desen, «balıksırtı» desendir. Balıksırtı desende s ve z diyagonallar arka arkaya gelir. Zemin yapısına eklenen ipliklerin düzenlenmesiyle, zemin yapısı bozulmadan, istenen desenler oluşturulabilir.

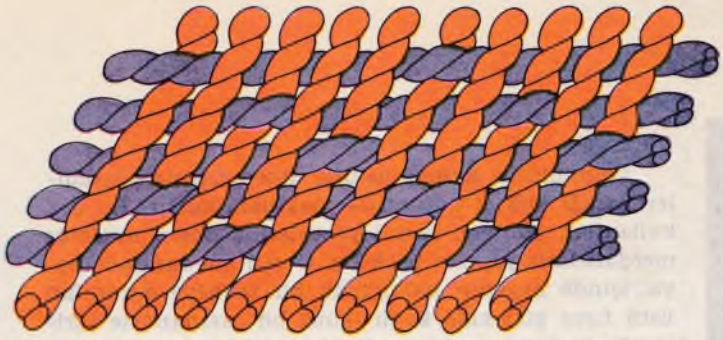
Dokunmuş yapılarda renk: Atkı ve çözgüler boyunca değişik renklerde ipliklerin kullanılmasıyla,renkli desenler elde edilebilir. Eğer renkli iplik grupları büyükse, ekose kumaşlarda olduğu gibi, renkli çizgiler ve damalar ortaya çıkar. İplik grupları küçükse, tek başına ne doku, ne de renk deseni görüntüsü belirgin olmaz; değişik renkte atkı ve çözgü bileşimlerinin yarattığı bir «renk ve doku görüntüsü» oluşur. Bu yolla elde edilebilecek desen olanakları sınırsızdır.

Yalın dokuma yöntemlerinde yapılan belirli değişikliklerle, çeşitli desenler elde edilir. Resimdeki (solda en üstte) dokuma örneğinde, bazı çözgü iplikleri bir önceki ipliğe göre sağa ve sola kaydırılmıştır.

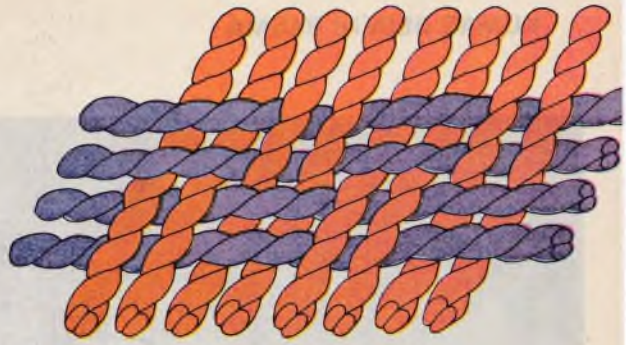
Havlı ve ilmikli yapılar da yalın dokumaların bir türüdür. Resimdeki (solda üstten ikinci) dokumada, ikinci bir çözgü ipliğiyle ilmikler oluşturulmuştur.

Brokar (solda üstten üçüncü resim) güzel desenli bir kumaştır. Bu kumaş, ya çözgü ya da atkı ipliklerinin (ya da her ikisinin) kaydırılmasıyla gerçekleştirilir. Zemin, genellikle saten türü yalın bir dokumadan oluşur.

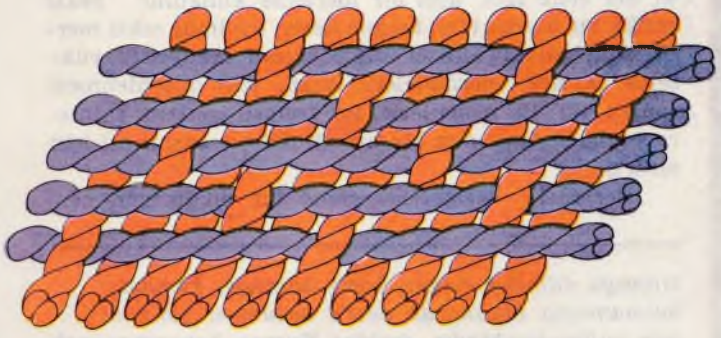
En ünlü geleneksel desenlerden biri ekosedir. (solda en alttaki resim) Bu kumaştaki damalar, atkı ve çözgüde renkli ipliklerin kullanılmasıyla elde edilir.



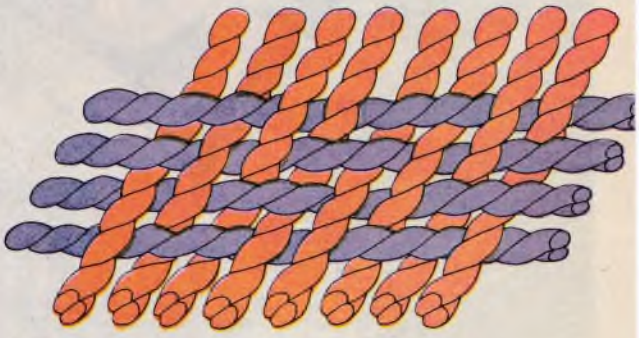
saten



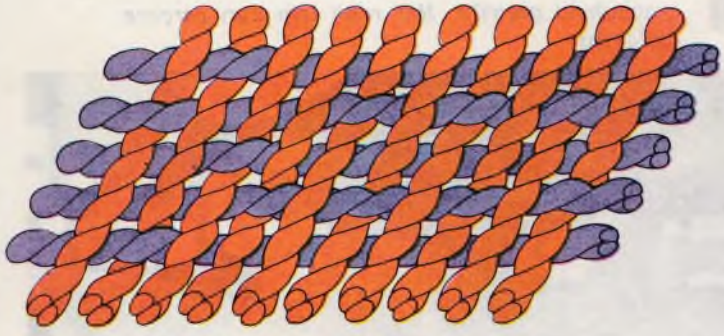
hasır



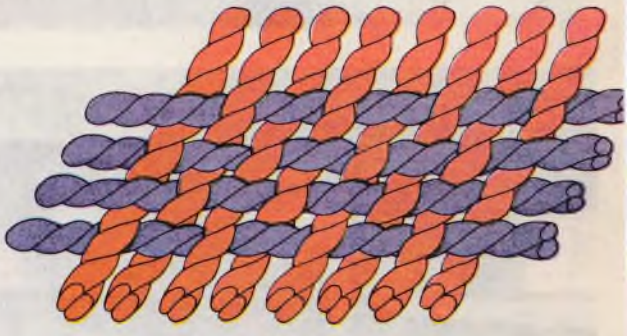
pamuklu saten



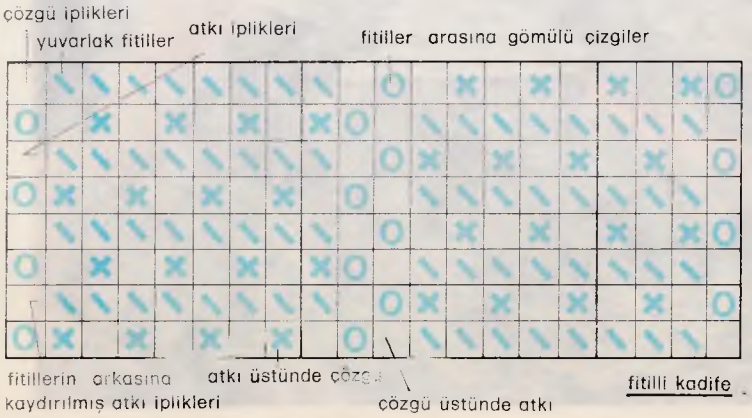
dimi ya da serj



fitilli kadife



bez ayağı



Altı değişik kumaş armürü. (üstte) Saten ve pamuklu satende, kumaşın yüzünde ya atkı ya da çözgü öne çıkar. Özellikle yünlü kumaşlar için kullanılan diyagonal dokuda atkı, önce bir çözgü ipliğinin üstünden, sonra öteki iki çözgü ipliğinin altından geçer. Hasır dokuma, bez ayağından daha kaba bir yüzey oluşturur. Fitilli kadife ise «ikili atkı» yapısındadır. Fitilli kadifenin dokuması. (solda) Çarpma işaretleri, çözgünün atkı üstünde olduğunu; eğik çizgiler, fitilin arkasındaki karşılıklı atkı ipliklerini, halkalar kadifenin fitilli olmayan bölümlerini, boş kareler de atkının çözgü üstünde olduğu yerleri göstermektedir.

KUMAŞ DESENİ BASMA

Günümüzde kumaş üstüne desen basma yöntemleri, aşağı yukarı bütünüyle makinalaşmıştır. En çok kullanılan yöntem, metal yüzeylerine desen oyulmuş merdanelerle yapılan baskıdır. Desen merdanesine boya, içinde boyanın bulunduğu bir tekneye daldırılan üstü fırça gibi kılla kaplı ikinci bir merdaneyle verilir. Fazla boya, «*rakle*» adlı bir bıçakla alınarak, yalnızca çukur bölümlerde boya kalması sağlanır. Desen merdanesi, büyükçe bir döner silindir üstünden geçen kumaşa deseni basar. İkinci bir rakle, desen merdanesi üstünde kalan iplik parçalarını temizler.Desendeki her renk için, ayrı bir merdane kullanılır. Sekiz renkli bir basma için, üstüne desen oyulmuş sekiz merdanenin gerekli olması, bu baskının maliyetini yükseltir. Ayrıca, merdanelerin baskı için düzenlenmesi zaman alır. Bu nedenlerle, söz konusu yöntem, yalnızca binlerce metreden oluşan sürekli bir basma işi için elverişlidir.

Serigrafi: Serigrafide, geniş bir dikdörtgen çer-

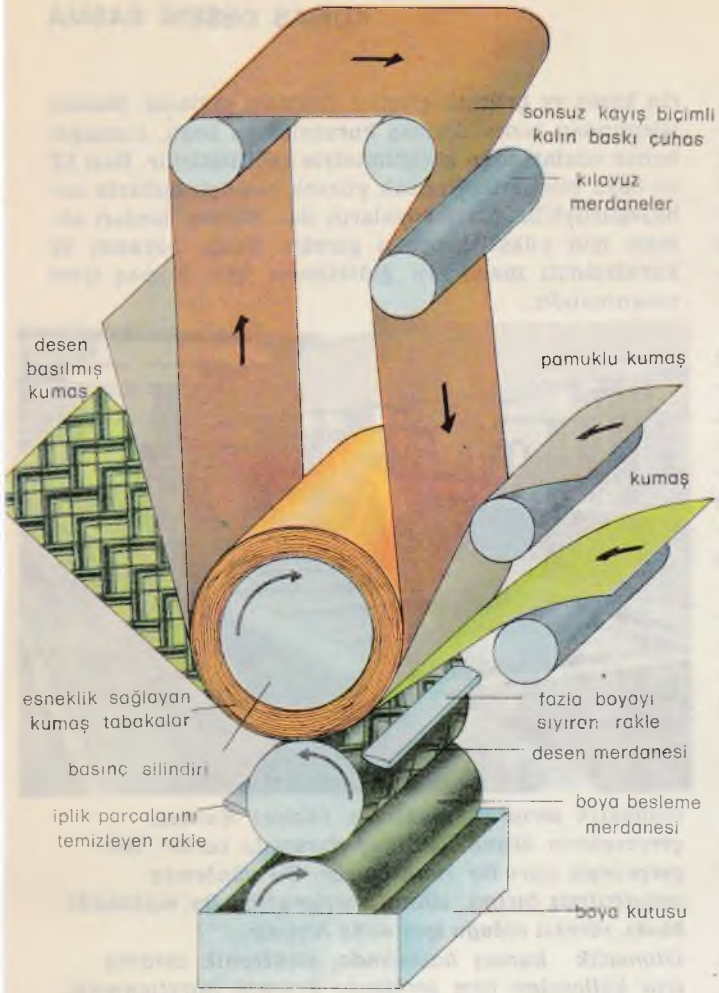
Malezya dilinden alınan batik sözcüğü, kumaşa, balmumuyla korunarak desen basılması yöntemi için kullanılmaktadır. (solda) Kumaş, boyanmayacak bölümleri balmumuyla kaplanarak boyanır. Bu işlemin her renk için yinelenmesiyle, renkli desen üretilir.
Hindistan'daki bir fabrikada elle yapılan serigrafi. (altta) Gözeneklerden boya, lastik bir tarak (rakle) aracılığıyla geçirilir. Her renk için ayrı çerçeve kullanılır.

çeveye gerilmiş kare gözenekli bir kumaş üstüne, fotokimyasal yöntemle geliştirilmiş bir şablon kullanılır. Eskiden ipek kullanıldığı için, bu baskıya «ipek baskı» da denir. Günümüzde naylon, polyester ya da çok ince metal levha gibi daha kuvvetli malzemeyle baskı yapılmaktadır. Bu yöntemde çerçeve, kumaşın üstüne yerleştirilir ve boya bir lastik tarakla yayılarak, deliklerden kumaşa geçirilir. Elle yapılan serigrafi, günümüzde yalnızca özel siparişler için kullanılır. Bu yöntemde kumaş uzun bir masaya yayılır. Her renk için ayrı bir çerçeve, masa boyunca hareket ettirilir ve desen basılır. Mekanik sistemlerdeyse kumaş, daha kısa bir masada, sonsuz bir kayış çevresinde döndürülür. Çerçeveler yukardan kumaşa bastırılıp kaldırılır ve kumaşa yeni bir rengin basılması için kayış hareket ettirilir. Merdaneyle basmaya göre daha yavaş bir yöntem olmasına karşılık, çerçevelerin ucuza mal olması ve daha kısa sürede takılması, bu yöntemi, kısa süreli işler için daha uygun kılar. Serigrafiyle geniş boyutlu desenler yinelenebilir; ama sürekli desenlerin bu yolla basılması iyi sonuç vermez. Sözgelimi, uzunlamasına çizgiler, serigrafiyle basılınca düzgün olmaz.

Merdaneyle baskı ile serigrafi yönteminin yararlı özellikleri, silindir biçimli serigrafta birleştirilmiştir. Bu yöntemde, içi boş bir silindirin yüzeyi, kare gözenekli duruma getirilir. Boya, silindirin ekseninden verilir ve lastik bir rakleyle yüzeye iyice yayılır. Düz serigrafa göre üretimin daha hızlı olmasına karşılık, silindirler daha pahalıya mal olur.

Boyalar: Kumaş basımında kullanılan boyalar, nişastayla ya da yapışkan maddelerle koyulaştırılarak, kumaş üstünde dağılmaları önlenir. Böylece, desenlerin kesin ve belirgin çizgiler taşıması sağlanır. Basma işleminden sonra, kumaş kurutulur ve boya, kumaşın buhar odalarından geçirilmesiyle sabitleştirilir. Bazı lif ve boya bileşimleri, ancak yüksek basınçlı buharla sabitleştirilebilir. Bazı boyaların da, istenen tonları alması için yükseltgenmesi gerekir. Fazla boyanın ve koyulaştırıcı maddenin giderilmesi için, kumaş iyice yıkanmalıdır.

Otomatik serigrafi makinası. (üstte) Kumaş, çerçevelerin altına, gerilmiş durumda verilir. Her çerçeveyle ayrı bir renk basılır. Bu yöntemin geliştirilmiş biçimi, silindir serigraftır. Bu makinada baskı, sürekli olduğu için daha hızlıdır.
Otomatik kumaş baskısında, elektronik tarama için kullanılan film şeridinde desenin işaretlenmesi. (altta)

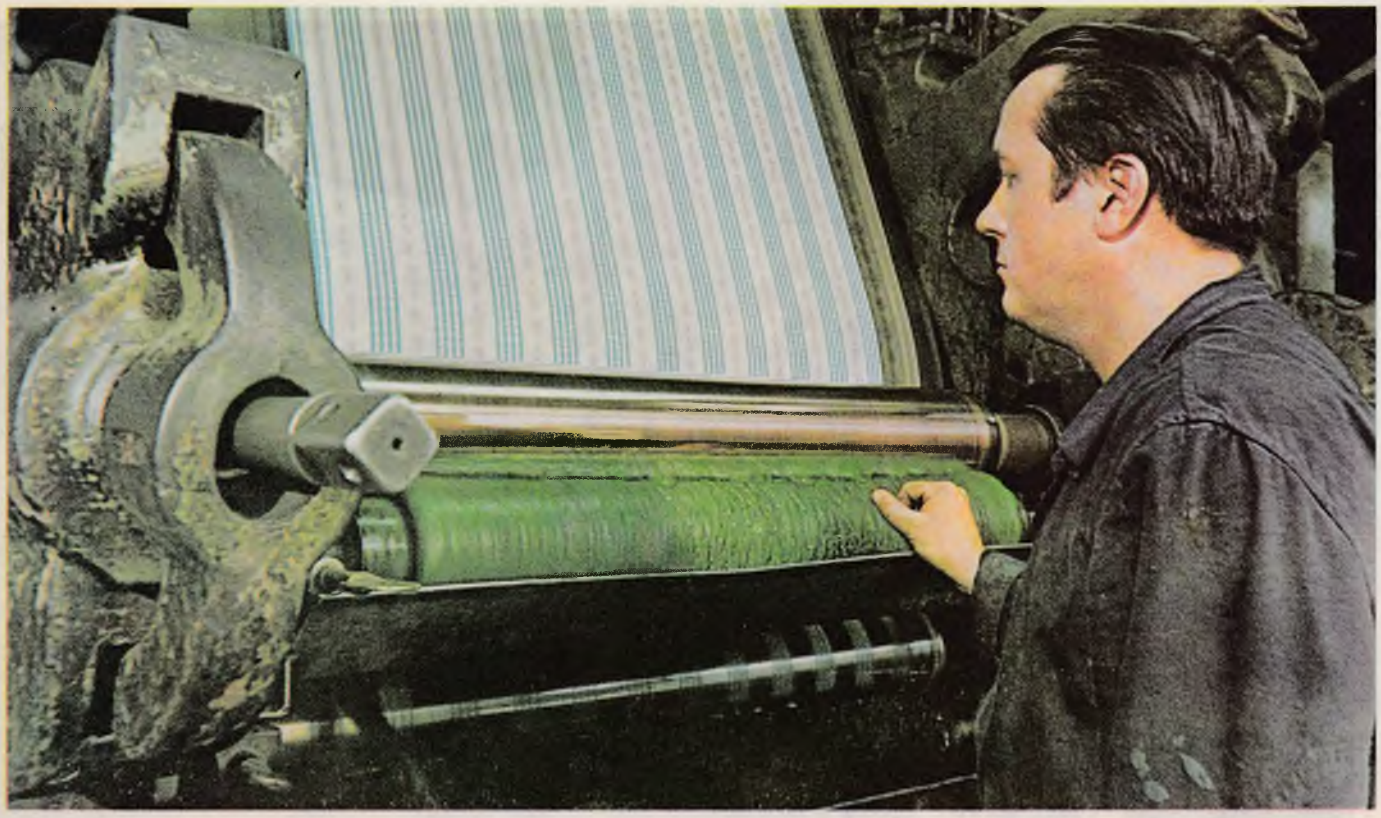


Pigmentlerle yapılan desen basmada, kumaş tarafından tek başına emilemiyen pigment, bir reçineyle birlikte uygulanır. Pigment ve reçine, nişasta kullanılmadan, alkolle kalın bir bulamaç haline getirilir. Bu yöntem, baskıdan sonra buhardan geçirme ve yıkama gerektirmez. Kumaşın 130°C'ta 4 dakika süreyle ısıtılması yeterlidir. Ancak bu yöntem, bütün kumaş türlerine uygulanamaz.

Kumaş üstüne boya sürülerek desen elde edildiği gibi, daha önce, bilinen yöntemlerle boyanmış bölümlerin kumaş üstünden silinmesiyle de desen ortaya çıkarılabilir. «*Silme yöntemi*» adı verilen bu işlemde, uygun bir kimyasal maddeyle ilk boya yok edilir. Silici maddeye, ondan etkilenmeyen değişik bir boya katılırsa, ilk boyanın yerini bu boya alır.

Çıkartma baskı: Kumaş deseni baskısında en yeni yöntem, çıkartma baskıdır. Sertliği ve pürüzsüz yüzeyi nedeniyle kağıt, merdaneyle baskıda kusursuz sonuçlar verir. Bu yöntemde, yaklaşık 200°C'ta gaz ha-

Kumaşa desen basma. (solda) Boya merdanesiyle boya, sürekli desen merdanesine iletilir. Pamuklu kumaşla korunan çuha, esneklik sağlar. Desen basmada kesin çizgilerin elde edilmesi için, boyaların koyulaştırılması gerekir. Resmin (altta) alt bölümünde, üstüne desen oyulmuş merdane görülmektedir. Onun üstünde yeralan boya besleme merdanesi, boyayı desen merdanesinin oyuklarına aktarır. Fazla boya, rakleyle sıyrılır. Renk denetiminin dikkatli bir biçimde yürütülmesi gerekir.



line dönüşen bir boyayla, kağıda desen basılır. Bir sıcak pres içinden kumaşla birlikte bu kağıt geçirildiğinde, desen, kumaşa çıkar. Yıkama ve buhardan geçirme gibi işlemleri gereksiz kılan bu yöntem, öteki yöntemlerle desen basmanın zor olduğu, boyayı soğurmayan ince kumaşlarda çok iyi sonuç verir.

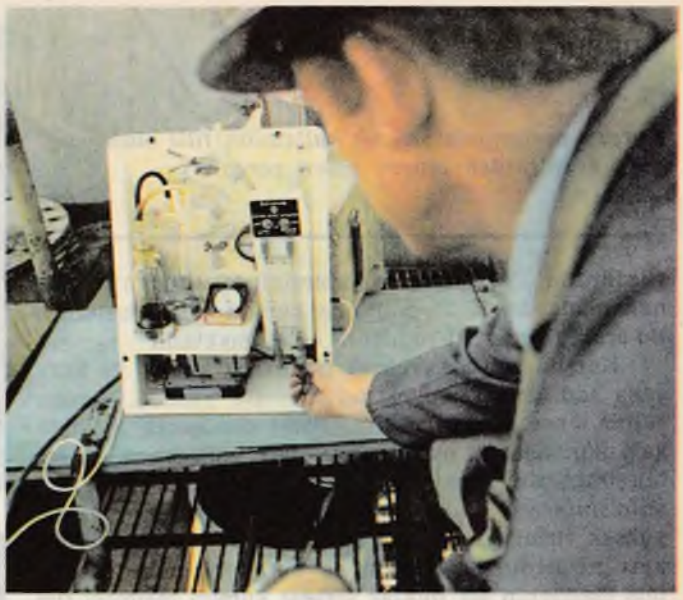
KUMLA TEMİZLEME Bk. AŞINDIRICILAR

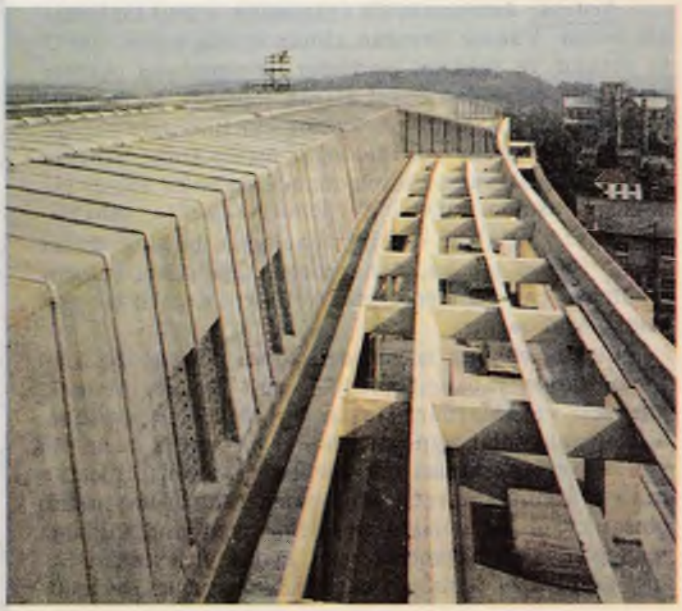
KURŞUN

Simgesi *Pb* olan kurşun (atom numarası 82, atom ağırlığı 207,21), mavimsi gri renkli bir metaldir. Yaygın olarak bilinen metallerin en yumuşağı ve en ağırıdır. Kurşun, açık havada koyu renkli koruyucu bir oksit tabakası, bazen de yeşil bir pas oluşturur. Mısırlılar bu metali, İ.Ö. 3 000 yıllarında bulmuşlardı: ama kurşunu ilk kez Romalılar, temiz ve pis su tesisatlarında kullanmışlardır. Kurşunun yumuşaklığı ve çekilebilirliği, yük taşıyıcı madde olarak kullanılamamasına neden olur. Kurşunun, 150 kg/cm²'lik bir akma gerilmesi vardır (yumuşak çeliğin akma gerilmesi, 6 000 kg/cm²'dir). Öte yandan, kurşunun kolayca işlenebilmesi, kimyasal aşınmaya karşı direncini yararlı kılan uygulamalarda, bu metale büyük üstünlük sağlar.

Filizleri ve elde edilişi: Kurşun, doğada serbest olarak bulunmaz. Sülfat, kromat, karbonat ve molibdat biçiminde bulunur. En önemli kaynağı, kurşun sülfürdür *(galen; PbS)*. Bu filiz, büyük miktarlarda, Avustralya, Kuzey ve Orta Amerika, İspanya ve Almanya'da çıkarılır. Genellikle çinko sülfürle *(sfalerit; ZnS)* birlikte bulunur ve bu sülfürün varlığı, arıtma sürecini etkiler.

Kurşunun, öğütülmüş filizden elde edilmesinde ilk aşama, galenin yüksek yoğunluğuna dayanan ıslak çöktürme yöntemleriyle, filizdeki kurşun oranının artırılmasıdır. Geri kalan sfaleritten galenin ayrılması, yüzdürme işlemiyle gerçekleştirilir. Öğütülmüş filizin sudaki asıltısına, «*ksantat*» adı verilen kimyasal bileşikler katılır ve özellikle galen taneciklerinin üstünü kaplayan bu bileşikler, galeni, su itici duruma getirirler. Kaplanan tanecikler, bir köpük oluşturularak





Kurşun bileşikleri zehirlidir. Resimde (sağda üstte), bir işletme ortamındaki kurşun oranının, bir sağlık görevlisi tarafından izlenmesi görülmektedir. Arıtılmış kurşun külçeleri. (sağda ortada) Bu külçelere, çatallı istifleyicilerle kolayca kaldırılabilmeleri için, yarıklar açılır. Havanın neden olduğu aşınmaya karşı dayanıklı olması, kurşunu, çatı kaplamalarında aranan bir malzeme yapar. (sağda altta) Kesilen kurşun, önce bir oksitli yüzey tabakası oluşturur; bir süre havayla karşı karşıya kaldıktan sonra da, gümüş grisi renginde bir kurşun karbonat pası ortaya çıkarır.

Kurşun üretiminde en çok kullanılan filiz olan ve kurşun sülfürden oluşan galen parçaları. (sağda)

yüzdürülür. Yüzdürme hücrelerinin üstünden toplanan maddede, % 75 oranında kurşun sülfür bulunur. Bu oran, filizde % 5'in üstüne çıkmamaktadır.

Kurşun sülfürü, yüksek fırınlarda kömür ile kurşuna indirgemek kolay değildir. Bu yüzden, kurşun sülfür, önce kurşun oksite *(PbO)* dönüşecek biçimde kavrulur. Kurşun oksit daha kolay indirgenebilen bir bileşiktir. Kavurma işlemi, sonuçta ortaya çıkan oksitin *sinter* yapıda olacağı biçimde yürütülür. Sinter, yüksek fırını tıkamayan, büyük ölçüde gözenekli bir katı maddedir. Kavrulmuş ve sinter biçimine getirilmiş maddenin bir miktar serbest kurşun taşıması ilgi çekicidir. Bu, aşağıdaki tepkimenin sonucudur:

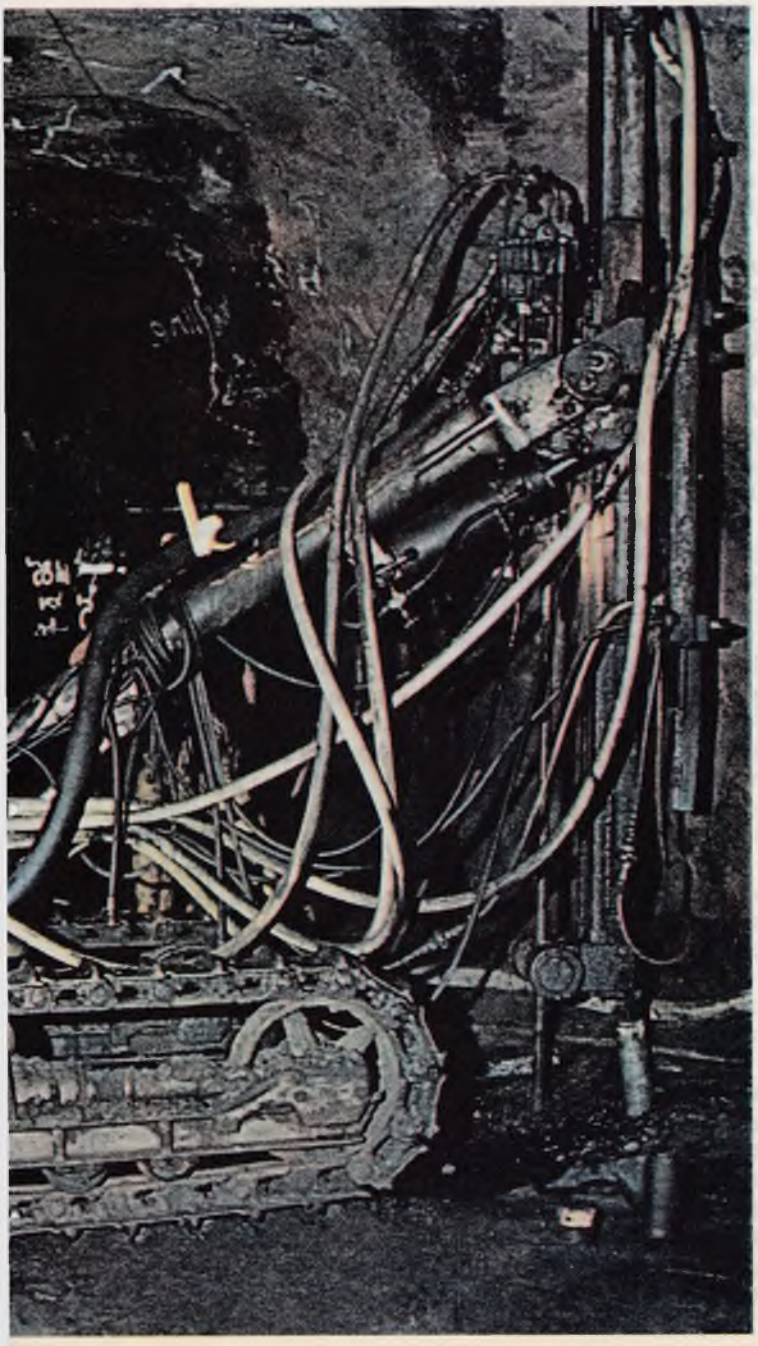
PbS	+	2 PbO	⟶ 950°C (ya da daha yüksek)	3 Pb	+	SO_2
kurşun sülfür		kurşun oksit		kurşun		kükürt dioksit

Gerçekte kurşun, zengin filizlerden yalnızca kavurma yoluyla (Romalıların yöntemi) da elde edilebilir; ama söz konusu sürecin denetlenmesi çok güçtür.

Oksit sinterin eritilmesinde kullanılan YÜKSEK FIRIN, demir üretiminde kullanılandan daha küçüktür ve dikdörtgen bir kesiti vardır. Ancak, yanan kömürün çıkardığı karbon monoksit gazının, oksidi metale indirgemesinden oluşan işlem ilkesi aynıdır. Fırına verilen sinter, biraz demir filiziyle karıştırılır. Demir filizi, kavurma aşamasından önce katılan toz halindeki kireçtaşıyla birlikte eritici görevi yapar. Eritici, filizde bulunan silisin, erimiş kurşunun üstünde yüzen bir sıvı cüruf oluşturmasını sağlar; erimiş kurşun da, bu arada, ocağın altındaki bir potada toplanır. Yüksek fırından alınan kurşuna «*külçe*» denilir.

Arıtma: Arıtmanın ilk aşamasına «*cüruf toplama*» adı verilir. Yüksek fırından alınan erimiş külçe, 400°C'ta tutulur ve yabancı maddeler, çözünmeyen oksitler biçiminde, yüzeyden cüruf olarak toplanır. Bu aşamada bakır, erimiş maddeye kükürt eklenmesiyle oluşturulan bakır sülfür yüzdürülerek, dışarı alınır. Önemli ölçüde arsenik varsa, erimiş madde ile bakır sülfür tabakası arasında, ikinci bir demir arsenit tabakası oluşur. Bu da öteki tabakayla birlikte dışarı alınır. Bu iki tabaka, daha sonra, taşıdıkları bakırın ayrılması için, yeniden işlenir ve bakır, değerli bir yan ürün olarak satılır.

Cüruf toplama işleminden sonra, kurşun hâlâ % 1,5 oranında yabancı madde içerir. Başlıca arsenik, antimon ve kalaydan oluşan bu maddeler, kurşuna, bazı uygulamalar için istenmeyen bir sertlik verir. Bu yüzden, «yumuşatma» adı verilen ve erimiş külçenin hava ortamında kurşun oksit eklenerek ısıtılmasından oluşan, yeni bir arılaştırma işlemi uygulanır. Yabancı maddeler, yükseltgenerek, sıvı metal yüzeyinden belirli aralıklarla toplanan cürufları oluşturur. Bu mad-



delerin, erimiş metalin kostik soda içinden geçirilmesiyle temizlenmesi de olanaklıdır.

Arı olmayan metalde genellikle bir miktar gümüş de bulunur. Bu gümüş, çoğunlukla Parkes yöntemiyle ayrılır. Erimiş külçeye çinko katılır ve iki metal (sıvı halde karışmazlar) geniş bir teknede tutulur. Erimiş metal karıştırılır ve çinkodaki yüksek çözünürlüğünden ötürü gümüş, çinko içindeki oranı, kurşundakinin 300 katını buluncaya kadar çinkoya yayınır. Kurşunla karışmış bir gümüş-çinko alaşımı, erimiş çinkonun yüzeyinde bir kabuk olarak belirir. Kabuk sıyrılır, çinko (907°C'ta kaynamaya başlar) damıtmayla alınır ve gümüş, hava ortamında, kurşun oksit olarak açığa çıkan kurşunu soğuran gözenekli bir refrakter üstünde ısıtılarak, arılaştırılır. Bu sürece, «*kupollama*» adı verilir. Kurşunda bulunabilecek altın da, gümüşle birlikte ayrılır. Gümüşü alınmış kurşunda % 0,5 oranında çinko vardır. Bu çinko, ya buharla (ya da havayla) yükseltgenerek, ya klor gazıyla işlenerek ya da vakum tekniği uygulanarak temizlenir.

Bütün bu işlemler sonucunda, kurşunun içinde yalnızca bizmut kalır. Kurşunun mekanik özellikleri düşünüldüğünde, bunun pek önemi yoktur. Ancak, kurşun karbonatlı boyalarda % 0,05 oranında bile bizmut bulunması, bu boyaların rengini beyazdan kirli griye döndürmeye yeter. Boya endüstrisi için bizmut taşımayan kurşun üretme çalışmaları, Betts elektroliz yönteminin yaygınlaşmasına yolaçmıştır. Betts yönteminde, cürufun toplanmasından sonra, külçe, anot olarak dökülür ve bir kurşun flüorsilikat çözeltisini elektrolit olarak kullanan bir hücrede, elektriksel birikim yoluyla arılaştırma gerçekleştirilir. Bu süreç, bizmutla birlikte birçok başka maddeyi de arıtır. Ama kalay, kurşunla birlikte katotta birikir.

Son yıllarda, gümüşün alınmasından sonra bizmutun ayrılmasını sağlayan bir başka yöntem daha geliştirilmiştir. Bu yöntemde, erimiş kurşuna, kalsiyum-magnezyum alaşımı katılır ve bu alaşım bizmutla, çözünmeyen bir bileşik oluşturur. Söz konusu bileşiğin kurşundan ayrılmasıysa çok kolaydır.

Kurşunun özellikleri ve kullanımı: Yüksek yoğunluğu (özgül ağırlığı 11,37) ve ucuzluğu nedeniyle kurşun, eskiden beri terazilerde ve safra yapımında kullanılmıştır. Yüksek yoğunluk kurşuna, ışınlara karşı direnç de verir. Bu yüzden, nükleer reaktörlerde, X ışını üreteçlerinde ve gama ışını kaynaklarında, korunma perdesi olarak kullanılır.

Kurşun sülfür filizini, öteki minerallerden ayırmak için, önce bir yüzdürme süreci uygulanır. (solda üstte)' Öğütülmüş filizin suda asıltısı oluşturulur ve buna, galeni kaplayarak suyu itici hale getiren kimyasal maddeler katılır. Kaplanmış galen, yüzdürme hücrelerinin üstünde yüzmeye başlar ve buradan toplanır.

Bir pnömatik maden makinasıyla kayalardan filiz çıkarılması. (solda altta) Bu makina, 2 m'lik tabakalar halinde, toplam 28 metreye kadar filiz kazıyabilir.

Kurşun, aşınmaya karşı çok dayanıklıdır. Bu da, su borularında, çatı kaplamalarında ve kabloların korunmasında çok yararlı olmasını sağlar. Ne var ki, bu uygulamalarda hem kurşunun özelliklerini taşıyan, hem de ondan daha hafif ve *sünmeye* (yavaş biçim değiştirme) daha dayanıklı olan plastikler, yavaş yavaş kurşunun yerini almaktadır. Bununla birlikte kurşun, sülfürik aside karşı dayanıklılığı nedeniyle, kimya endüstrisinde hâlâ geniş çapta kullanılmaktadır.

Kurşunun mekanik özellikleri, alaşımlar yoluyla geliştirilebilir. Antimon en çok bilinen katkı maddesidir. Antimon, kurşuna kablo koruyucularında % 1 oranında, AKÜMÜLATÖR plakaları için % 8 oranında, bazı kimyasal işlemlerdeyse % 10 oranında karıştırılır. Kurşun-antimon alaşımlarının üstün mekanik özellikleri, bir ölçüde çökelme sertleşmesine (Bk. ALAŞIM) bağlıdır ve bu nedenle, yeterli bir yaşlandırma döneminden önce tam mukavemet sağlanamaz. Biraz arsenik eklendiğinde, sertleşebilirlik artar. Tabanca kurşunları, kurşuna % 0,5 oranında arsenik katılarak yapılır.

Kurşunun düşük erime sıcaklığı (327°C), bu metalin, lehim alaşımlarına son derece uygun olduğunu gösterir. Bu alaşımlar, belirli erime sıcaklıkları ve katılaşma aralıklarında yapılır. Kurşun ayrıca, döküme de elverişlidir. % 15 antimon ve % 10 kalay katılarak, katılaşma sırasında büzülmesi önlenir. Bu alaşım, basımcılıkta, baskı metali olarak kullanılır. Kurşun aynı zamanda, yatak alaşımlarının da ana bileşenlerinden biridir. Yatağa, dönen bölümün sapmasının sorun yaratmayacağı bir yumuşaklık verir. % 75 kurşun ve % 25 kalaydan oluşan bir alaşım da, süs eşyaları yapımında kullanılır.

Kurşun bileşikleri: Kurşun bileşikleri zehirlidirler. Aşınmaya dayanıklı boyaların yapımında geniş çapta kullanılırlar. Kurşun karbonat $(2PbCO_3Pb[OH]_2)$ beyaz renklidir ve yüksek arılıktaki metalin önce asetik asitte çözündürülmesiyle, sonra da karbon dioksitle çökeltilmesiyle elde edilir. Kırmızı kurşun (Pb_3O_4) ve sarı kurşun kromat $(PbCrO_4)$ da, boya yapımında kullanılırlar. Kırmızı kurşun, kurşun oksitle (PbO) birlikte, akümülatör levhalarının kaplanmasında kullanılır. Kurşun oksit, silisle eritildiğinde, seramikçilikte kullanılan kurşun sırlara karıştırılan cam hamuru elde edilir. Öteki bileşikler arasında, dinamit DETONATÖR'leri olarak kullanılan cıva fülminat yerine geçen patlayıcı kurşun nitrür (PbN_6) ve benzinlerde vuruntuyu önleyici olarak kullanılan kurşun tetraetil $(Pb[C_2H_5]_4)$ sayılabilir.

KURU TEMİZLEME

Modern yaşamın birçok dalında olduğu gibi, kuru temizleme de, raslantı sonucu bulunmuştur. Buluş, bir boyahane sahibi olan, Fransız Jean-Baptiste Jolly tarafından küçük bir kaza sonucu, 1825 yılında Paris'te gerçekleştirilmiştir: Masaya devrilen gaz lambasından akan gazın, örtüyü temizlediğini gören Jolly, bu maddeyi boyahanesinde denemeye karar verdi; söz konusu yöntemi, su ve sabunla yapılan temizleme işleminden ayırma amacıyla da, «kuru temizleme» diye adlandırdı.

Kuru temizlemenin bulunduğu yıllarda bütün giysiler, suya batırıldığında şişen, kuruyunca da çeken yün ve pamuk gibi doğal ipliklerden yapılıyordu. Bu nedenle, bozmadan temizleyen kuru temizlemenin değeri hemen anlaşıldı. Ayrıca, yeni yöntem, zamanla azmış kiri kolayca temizliyordu. Bir süre sonra başka ülkelere de yayılan kuru temizleme, zamanla gelişti ve ilk çözücü olan gaz, yerini benzine bıraktı. Daha sonraları da, benzinin yerine, hâlâ bazı ülkelerde temizleyici olarak yararlanılan terebentin ruhu kullanılmaya başlandı. A.B.D'nde «Stoddard çözücüsü» denen iyi cins bir terebentin ruhu, yaygın olarak kullanıldı.

Benzinin parlama noktasının 0°C olması, yangın tehlikesi nedeniyle, temizleyici olarak kullanılmasını engelledi: Parlama noktası 38°C olan Stoddard çözücüsü, çok daha güvenliydi (parlama noktası, çözücünün, üstünde yanıcı bir buhar tabakası oluşturarak, havada kolayca parladığı sıcaklık olarak tanımlanır).

Günümüzde kullanılan çözücüler: Kuru temizleme, fabrika biçiminden çıkıp, temizleme dükkanlarına dönüşünce, yanıcı olmayan bir çözücüye gerek duyuldu. Bunlardan ilki, etkili bir temizleyici ve güçlü bir çözücü olan *trikloroetilen*di $(CCl_2{:}CHCl)$. Ama bu çözücüden etkilenebilecek olan reyondan yapılma kumaşlar ortaya çıkınca, *perkloroetilen* $(CCl_2{:}CCl_2)$ yeğlenmeye başladı. Kısa sürede yaygınlaşan perkloroetilen, günümüzde de, otomatik kuru temizleme makinalarının çoğunda kullanılmaktadır.

Piyasaya sürülen kumaşlar sık sık değişir. Bazı yeni kumaş ve süslemeler, ısıya ve perkloroetilene karşı duyarlıdır. Bu tür kumaşlar, freon sınıfından (bunlar yaygın biçimde soğutucu olarak kullanılmaktadır) flüorlu bir çözücü olan ve «çözücü 113» diye adlandırılan bir sıvıyla işleme sokulabilirler. Düşük, yani güvenli bir sıcaklıkta kuruyabilen çözücü 113, ince kumaşlar için de uygundur. Bazı Avrupa ülkelerindeyse, gene flüorlu bir hidrokarbon çözücü olan, «çözücü 11» kullanılır. Bu madde de, çözücü 113 gibi, düşük sıcaklıklarda kurur; ama çözme gücü, perkloroetileninkine yakındır.

Kuru temizleme işlemleri: Kuru temizlemenin küçük dükkanlarda yürütülen bir iş haline gelmesi sonucu, bütün kuru temizleme işlemlerini (temizleme, kurutma, havalandırma, vb.) ve bunları izleyen işleri (giysilerin denetime hazırlanması, etiketlenmesi, lekelerinin giderilmesi) gerçekleştiren makinalar geliştirildi.

Perkloroetilen, bu türden otomatik makinalarda kullanılmaya son derece uygun bir çözücüdür. *KB 90* da, çözme gücü çok fazla olmamakla birlikte, temizleme için elverişlidir. Çözücünün işlevi, yağları çözmektir. Kuru temizleme, yağlı maddelerin yardımıyla kumaşa yapışan kir taneciklerinin giderilmesi işlemidir. Çözücü, yağı çözer; böylece kir tanecikleri gevşemiş olur. Bu süreç, içine yerleştirilmiş giysilerle birlikte dönen delikli kazanda gerçekleştirilen çalkalan-

ma işlemiyle hızlandırılır. Çözücü, giysiler üstündeki bütün kiri gidermez. Bu yüzden, suda çözünen yiyecek ve içki lekeleri gibi kirleri çıkarmak için, temizleyici maddeye az oranda deterjanlı su eklenir. Temizlemeden ve çözücünün sıkılmasından sonra giysiler, kalan çözücünün atılması için santrifüjle yüksek hızlarda sıkılır ve kurumaları için sıcak havada döndürülür.

Makinayı kullanan kişi, delikli bir kartı makinaya verip, bir düğmeye basarak kuru temizleme işlemini başlatır. (soldaki iki resim) Kart, istenen işlem türüne göre, valfları açıp kapatan, motorları denetleyen, vb. işleri yapan mikroanahtarları açacak biçimde delinmiştir. Bu yöntemle makina, kumaşın kalınlığı, rengi, temizlenme süresi, kullanılacak çözücü tür ve sayısı gibi konulara göre programlanmış olur. İşlemler elle de yönetilebilir. Göstergeler, kurutma sıcaklığını, filtre basıncını ve buhar basıncını belirtir.

Giysilere takılan kuru temizleme simgeleri

Ⓐ bütün çözücülerle temizlenebilir

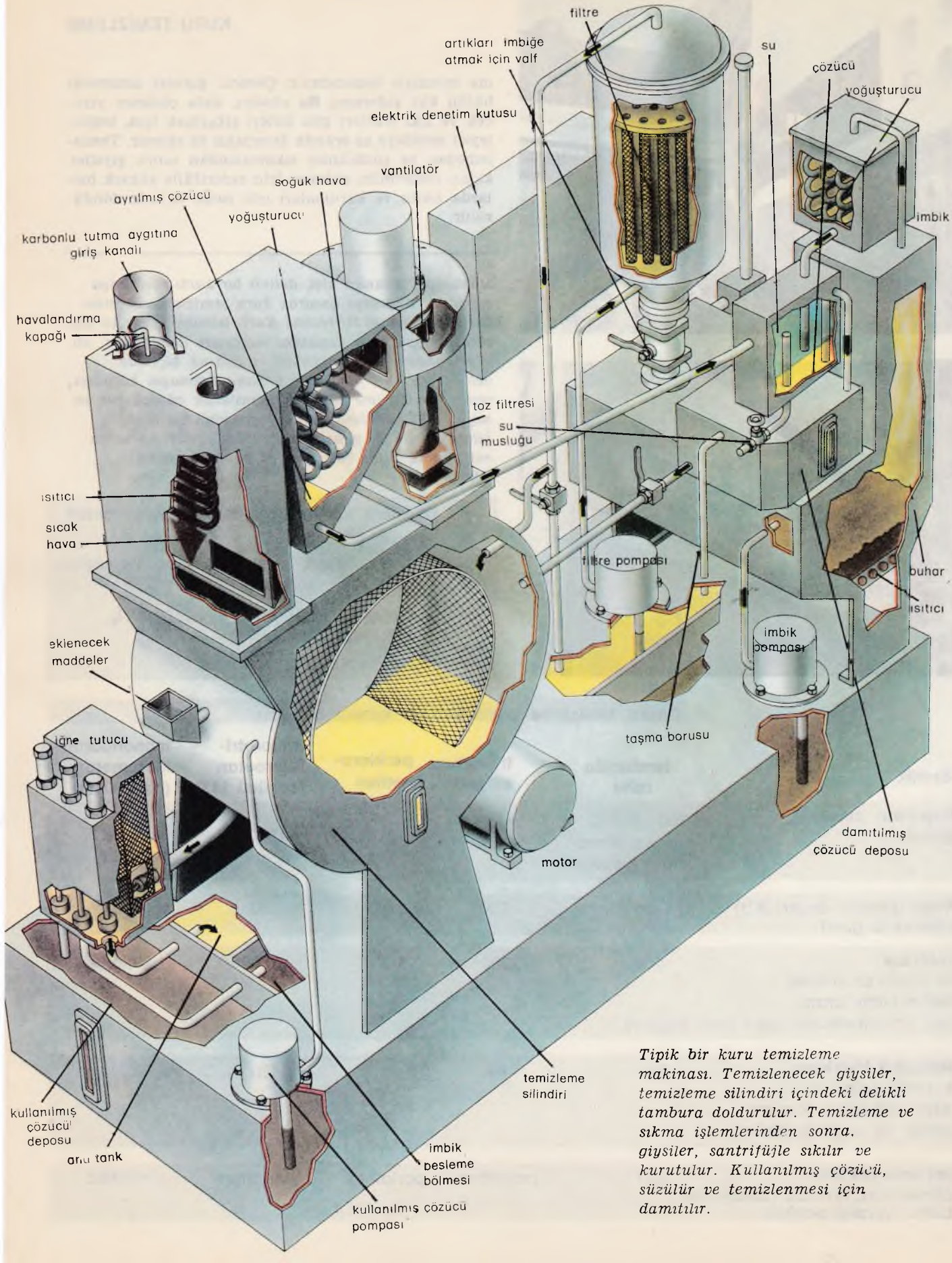
Ⓟ perkloroetilen, terebentin ruhu ve çözücü 113'le temizlenebilir

Ⓕ terebentin ruhu ya da çözücü 113'le temizlenebilir

⊗ kuru temizleme yapılamaz

kuru temizleme çözücülerinin karşılaştırılması

özellik	terebentin ruhu	trikloro-etilen	perkloro-etilen	triklorotri-flüoroetan (çözücü 113)	monoflüorotri-klorometan (çözücü 11)
kaynama sıcaklığı damıtma	150 - 200°C vakum damıt-ması gerektirir	86,9°C	121 °C	47,57°C	23,8°C
Kauri-Bütanol değeri (KB) çözücülük gücü	31	130	90	30	60
zehirlilik milyonda en yüksek bulunabilme oranı (bu, yönetmeliklere göre biraz değişir)	500	100	100	1 000	1 000
uçuculuk belirleme kuruma kolaylığı sayı büyüdükçe kuruma süresi ve sıcaklık düşer	güç	84	39	170	223
parlama noktası çözücünün, havada parlayabilir buhar verdiği sıcaklık	197	parlamaz	parlamaz	parlamaz	parlamaz



Tipik bir kuru temizleme makinası. Temizlenecek giysiler, temizleme silindiri içindeki delikli tambura doldurulur. Temizleme ve sıkma işlemlerinden sonra, giysiler, santrifüjle sıkılır ve kurutulur. Kullanılmış çözücü, süzülür ve temizlenmesi için damıtılır.

Kullanılmış çözücü, içindeki katı kirlerin atılması için filtreden geçirilir. Bunu, çözünmüş kirlerin atılmasını sağlayan damıtma işlemi izler. Böylece çözücü, bir sonraki kullanım için temizlenmiş olur. Vakumda damıtma gerektiren terebentin ruhunun tersine, perkloroetilen, tencerede kaynatmaya benzer bir yolla kolayca damıtılabilir. Yalın bir su soğutmalı aygıtla, çözücü yoğuşturulur. Giysiler (özellikle de yünlüler), az miktarda su tutarlar; bu da, kurutma ve damıtma sırasında çıkar. Su ayırıcısı, bir çökeltme tankı gibi görev yapar ve çözücü ile suyun özgül ağırlıklarının farklı olmasından yararlanır. Çözücüden hafif olan su, çözücüyle karışmadığından üste çıkar ve çözücü, çökeltme tankına geçmeden önce alınabilir. Kurutma bölümündeki çözücü de, benzer biçimde su ayırıcısına geçirilir.

Temizleme ve kurutmadan sonra, makinadaki hava hâlâ bir miktar çözücü içerir. Giysiler alınmadan önce içinde çözücü bulunan hava, karbonlu bir çözücü toplama kulesine alınır. Bu kule, tıpkı bir mutfak davlumbazı gibi, çözücü buharını tutar (buhar, katının yüzeyine yapışır). İşlem sırasında, ıslanma ve güvelere karşı ilaçlama gibi özellikler kazandıran maddeler de katılabilir. Bunlar, ya başlangıç aşamasında ya da çoğunlukla ikinci aşamada eklenir. Kirin büyük bir bölümü birinci «yıkama»yla atılır; ikinci «yıkama» da ek maddelerin katılmasını sağlar.

KUTU KİRİŞLİ KÖPRÜ

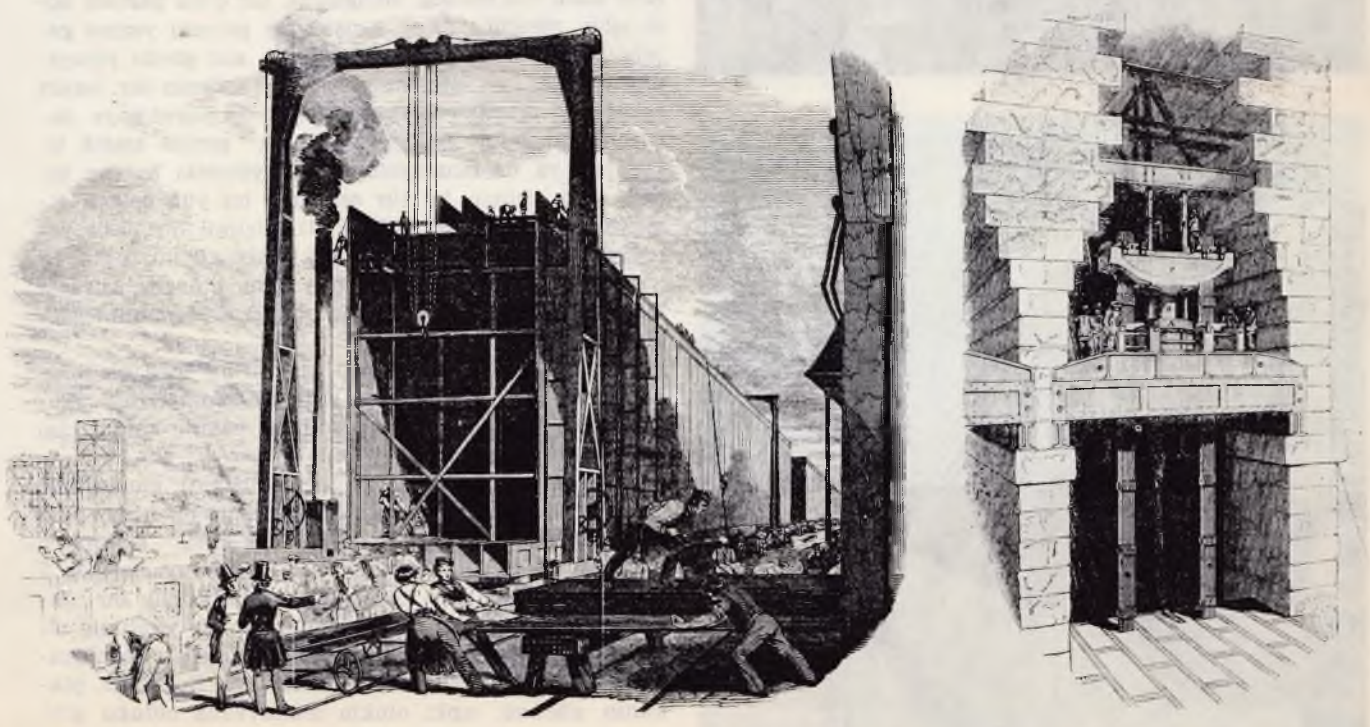
Kutu kiriş, dikdörtgen ya da ikizkenar yamuk kesitli, ince duvarlı, en az ağırlıkla en yüksek taşıma gücünü sağlayacak biçimde içi boş bir kiriştir. Yapısı genellikle, iç yüzeylere pekiştiricilerin kaynaklandığı, orta ve yüksek mukavemetli çelik plakalardan oluşur. Kutu kirişler, özellikle modern köprü yapımında yoğun biçimde kullanılmaktadır. Bunlarla daha ince yapılar kurulabildiği gibi, malzemenin ekonomik olarak kullanılması da sağlanabilmektedir. Gerek karayolu, gerekse demiryolu köprülerinde yararlanılan bu kirişlere, bazen çelik kutular ile beton gövdelerin bir bileşimi halinde de raslanır. Modern ASMA KÖPRÜ'lerde de kutu kirişli gövdeler kullanılır. Ülkemizde, yapımı 1973'te tamamlanan Boğaziçi köprüsü ve İngiltere'deki Severn köprüsü buna örnek gösterilebilir.

İlk kutu kirişler, 1849-1850 yıllarında Galler'deki Menai boğazı üstüne Britannia köprüsünü kuran Robert Stephenson tarafından kullanıldı. Bu köprüden trenler, dikdörtgen demir tüneller içinde yol alarak geçerlerdi. Sürekli kiriş işlevi gören 140'ar metre uzunluğundaki iki demir tünel, Britannia köprüsünü, dünyanın en büyük kirişli köprüsü haline getirdi. Britannia köprüsü, tüneller içindeki boya, zift ve cüruf karışımının yolaçtığı yangın sonucunda yandığından, günümüzde yeniden yapılmıştır.

Stephenson'un yararlanabildiği tek malzeme, dövme demirdi. Üstelik dövme demir, söz konusu dönemde 46 cm × 1,3 cm'lik lamalar halinde bulunduğundan, istenen gücü sağlayabilmek için, çok sayıda lamanın birbirine perçinlenmesi gerekiyordu.

XIX. yüzyılın ortalarına kadar çelik, az miktarda üretilen pahalı bir malzemeydi. 1856'da geliştirilen

Stephenson'un Menai boğazı üstüne kurduğu Britannia köprüsünün Caernarvon kıyısındaki tünel kesimlerinin yapımı. (altta solda) Kutu kirişler ilk kez bu köprüde kullanıldı. Resimde (altta sağda), Britannia köprüsünün yapımında kutu kirişlerin kaldırılması görülmektedir.



Londra'dan Anglesey adasındaki Holyhead'e ulaşan demiryolunu taşıyan Britannia köprüsünün, günümüzdeki görünümü. (solda üstte)

Erskine köprüsü yapım halindeyken. (solda ortada) Kutu kirişlere, rüzgar basıncını en aza indirmek amacıyla, aerodinamik biçim verilir.

Bonn'da, Ren üstünde yeralan, kablolarla desteklenmiş kutu kirişleri olan Ebert köprüsü. (solda altta) Kutu kirişli yapı, burulmayı önlemektedir.

BESSEMER yöntemi, çeliğin büyük miktarlarda üretilmesine olanak verdi. Dökme demir, kolayca biçim verilebilmesine karşılık, kırılabilir; ayrıca, tek tip nitelikte üretimi zordur ve gerilmeye dayanıklılığı kuşkulu olduğundan, kullanımı sakıncalıdır. Daha arı olan ve daha kolay biçimlendirilebilen dövme demirse, çok pahalıdır. Çelik, tek tip nitelikte üretilebilir. Ağır çelik öğelerin seri üretimi, ancak bunların düz ve standart kesitli olmalarıyla gerçekleşebilir. Bu yüzden, söz konusu öğeleri dev bir tünel haline getirmek yerine, açık kafes yapısındaki iskelet biçiminde birleştirmek (Bk. KAFES SİSTEMLER) daha ucuza gelmektedir. Ancak, 1940'ların ortalarından sonra geliştirilen elektrik ark kaynağı, oldukça ince plakaların birleştirilmesine olanak tanımıştır.

Plakaların birleştirilmesi için elverişli bir yöntem bulunduktan sonra, kutunun yararları artmıştır. Kafes kirişleriyle desteklenen bir köprüde, geçen araçların yükünü kafes üstündeki uygun bir noktaya aktaracak, özgün bir kafes kiriş sistemine gerek vardır. Ama kutu söz konusu olduğunda, bir çelik parçası üçlü işlev görebilir: Ana kirişin bir parçası yerine geçebilir; hareketli yükü dağıtabilir; asıl gövde yüzeyinin bir parçası işlevini görebilir. Kafesin bir başka yararı da, orantısız yükler karşısında burulmaya dayanıklı oluşudur. Karayolunda tek şeritte trafik tıkanınca ya da demiryolunda iki yöndeki hattan birine tren girince, bu tür orantısız bir yük ortaya çıkabilir. Kutu kirişe, AEROFOİL biçimli bir kesit verilebilir. Böylece, rüzgarın yüklediği gücün, aynı işi gören bir kafes sistemin her yanına binecek kuvvetler toplamından çok daha az olması sağlanabilmektedir.

Kutu kirişlerin yolaçtığı bir sorun, ince plakaların, aynı kesit alanlı daha rijit bir geometrinin taşıyabileceği yükün çok altındaki bir basınç karşısında, burulabilir olmalarıdır.

Gerilme: Bir kutu kirişin rijitliğini görebilmek için, 20 cm eninde, 0,1 mm kalınlığında bir kağıt parçasını, her kenarı 5 cm olan bir kutu biçiminde katlayın. Böylece, derinliği 10 m, yan duvarları da 2 cm kalınlığında olan bir kutu kirişin, küçük bir maketi ortaya çıkacaktır. Düz plakalardan yapılmış bir kutu kiriş, burulmaya karşı düşük dirençli olacağından, üstüne pekiştiriciler kaynaklanır. Bu işlem, plakanın gücünü, tıpkı oluklu mukavvada olduğu gibi,

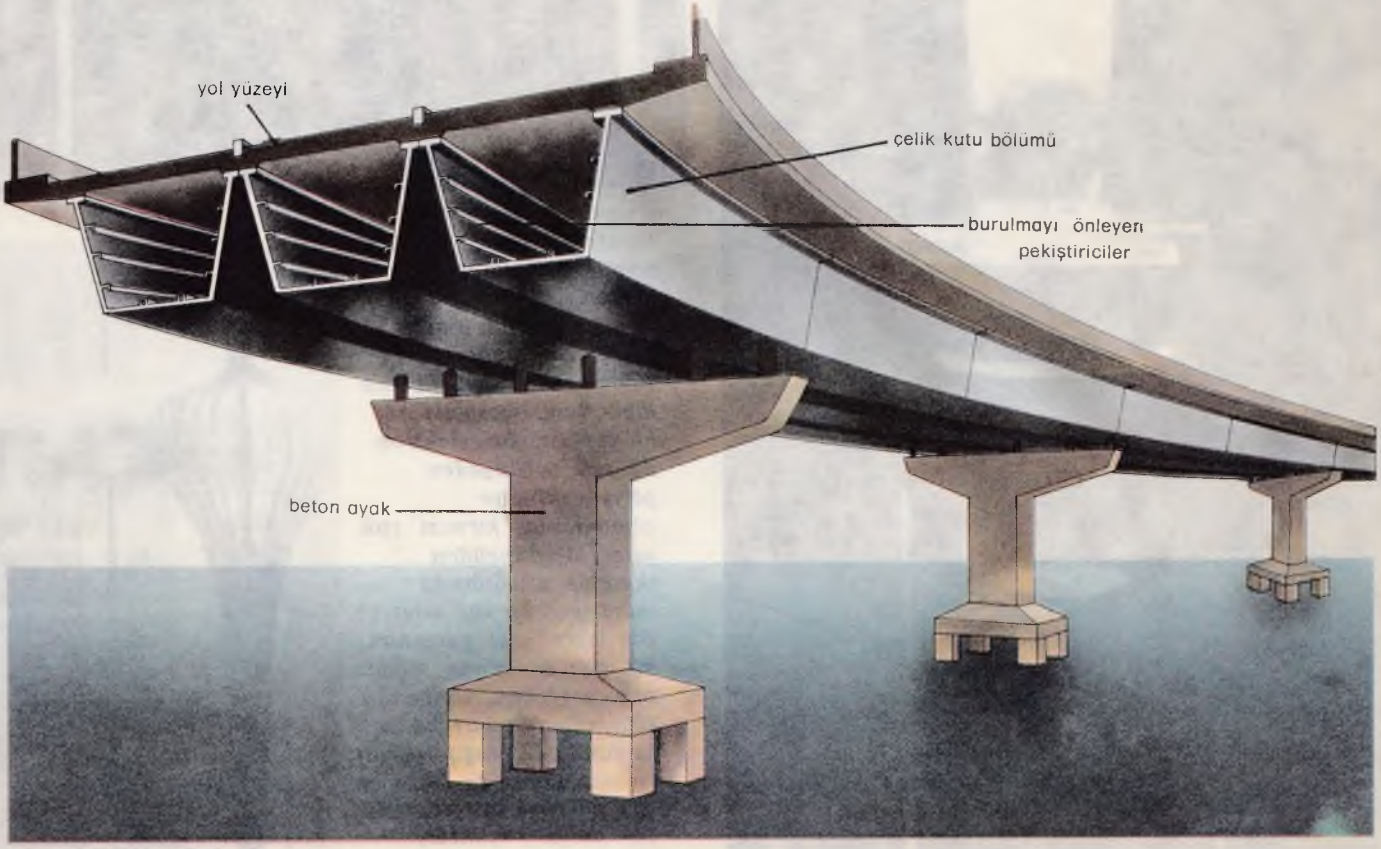
artırmaktadır. Pekiştiricilerle güçlendirilmiş bir plakanın direncini hesaplamak, oldukça karmaşık bir işlemdir.

Kaynak işlemi, metalin, birleştirildiği yerde önce erimesi, sonra da soğuyup büzüşmesi nedeniyle, plakanın direncini etkiler. Kaynak sertleştikten sonra, kaynağın, çevresindeki yapıyı kavramasıyla gerilmeler olur. Böylece, belirgin bir çarpılma ve sürekli iç gerilme ortaya çıkar. İnşaat çeliğinin fazla esnek olmayışı, hattâ aşırı basınçla kırılabileceği olgusu da göz önüne alınırsa, sorun daha da büyür. Malzeme yükü çekmeyi sürdürürken, plastik biçim değiştirme (kırılmaksızın sürekli eğilme) gerçekleşir. Sınırlı bir bel verme, genellikle pek zararlı değildir; hattâ, kaynağın ya da başka bir nedenin yolaçtığı gerilme yığılmalarını dengeleyebilir. Gerilme yığılmalarının (aralarında kaynak etkisi ve binebilecek her türlü yük de bulunur) düzeyini, kırılmaya yolaçacak değerin altında hesaplamak ekonomik olmaz. Biçim değiştirmeye bir ölçüde izin verecek gerçek bir dayanıklılık hesabının yapılabilmesi, ancak uzun araştırmalarla gerçekleştirilecektir.

Yapım: Kutu kirişlerin yapımı, öteki kirişlerden daha kolaydır. Seri halde üretilebildiklerinden, birim maliyetleri de düşüktür. Kutu kirişlerin içleri görünmediğinden, korunmaları kolay olmakta, fazla bakım gerektirmemektedirler. Kutu kirişler çoğunlukla önceden monte edilmekte, böylece, gövdeyi oluşturacak büyük bölümler, tek parça halinde kaldırılabilmektedir. Geçici iskele kurmanın olanaksız ya da köprünün

Bristol yakınında, Avon ırmağı üstündeki Avonmouth köprüsünün yapımı. (üstte) Köprü iki paralel kutu kirişten oluşmakta, bunlar, üstlerindeki asfalt kaplı çelik gövdeyle birlikte, ikili beton kolonlar tarafından taşınmaktadır.

Üç odalı çelik kutu kirişli köprü kesiti. (altta) İnce olan kutu duvarları, pekiştiricilerle güçlendirilerek, burulmaya karşı önlem alınmıştır. Taşıyıcı payandaları oturtacak doğal kayalık zemin bulunabildiğinde, kutu kiriş bölmeleri şerit halinde uzatılarak, eğilme kuvvetlerinin bütün yapıya eşit olarak dağılması sağlanabilir.



çok yüksek olduğu durumlarda, monte edilmiş olan kutu kirişler kullanılarak gövde dikilir ve böylece, her biri bir ayak üstünde oturan, iki parçalı konsol gerçekleştirilebilir. Yeni bölümlerin konsol kirişe eklenmesiyle, yapım sürdürülür. Yeni bölüm, asıl kiriş altındaki geçici bir kirişe oturtulup, inşaat ilerledikçe, kiriş de ilerletilir.

Köprüler: 1970 yıllarının başında, kutu kirişli köprüler yoğun araştırma ve tartışma konusu oldu. Bunun en önemli nedeni, dört büyük köprünün inşaat halindeyken çökmesiydi. Bunlardan birincisi, İngiltere'de Milford Haven'da, ikincisi Avustralya'da Melbourne'da (Aşağı Yarra köprüsü), üçüncüsü Viyana'da Tuna üstünde, dördüncüsüyse Almanya'da Ren üstündeydi.

Kutu kirişli köprüler genellikle, söz konusu projeler kadar görkemli değildir. Akarsular üstüne kurulan yalın kara ya da demiryolu köprülerinin yapımında kutu kiriş, beton gövde taşıyan I kesitli kirişlerin yerini alır. Beton gövde, 150 m'ye kadar olan genişlikteki köprülerde daha ekonomiktir. Ancak, köprü ayakları arasındaki açıklık arttıkça, taşıyıcı kirişlerden yapılan tasarruf, çelik bir gövdenin yüksek maliyetini dengelemektedir (çelik gövdenin ağırlığı, beton gövdenin yalnızca üçte biri kadardır). Avrupa ve Avustralya'da sık raslanan kutu kirişli köprüler, A.B.D'nde ender görülür.

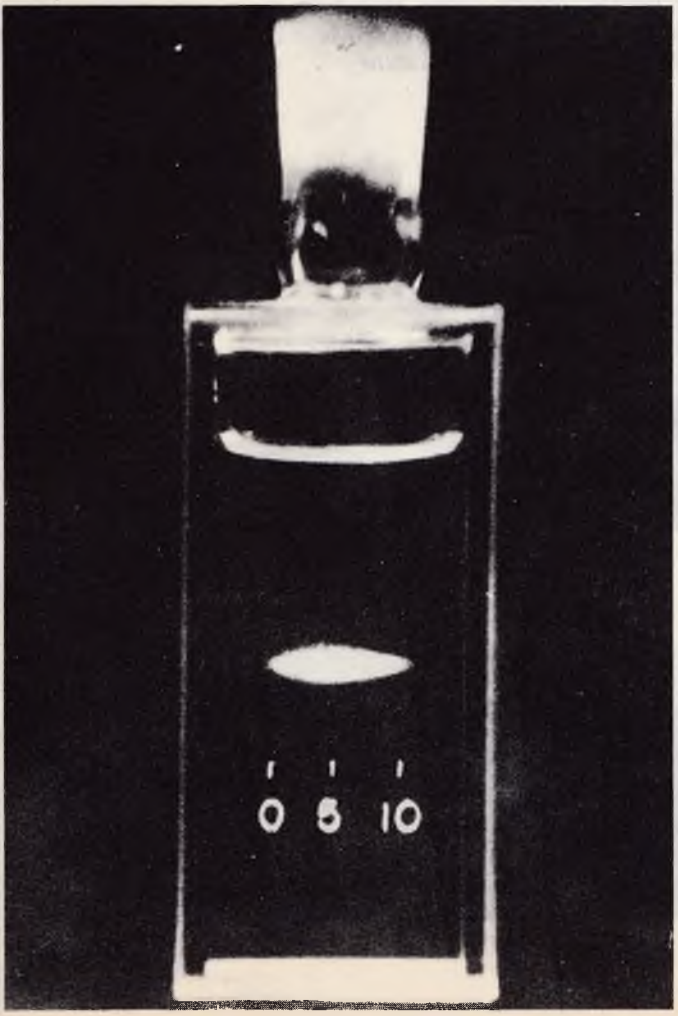
KUVANTUM KURAMI

XIX. yüzyılın sonlarına doğru bilim adamları, kurallarını oluşturdukları fiziği tutarlı buluyorlardı. Özellikle, ELEKTROMAGNETİK IŞINIM'ın yapısı ve oluşumu konusundaki kuramların çok doyurucu olduğu düşünülüyordu. James Clerk MAXWELL, kısa bir süre önce, böyle bir ışınım kaynağının, hızlandırılmış elektrik yükleri olduğunu göstermişti. Ne var ki, «*siyah cisimler*» adı verilen ve üstlerine düşen bütün ışınımları soğuran maddeler tarafından yayımlanan ışınımlar incelenmeye başlanınca, çeşitli sorunlar belirdi. Siyah cisimlerin saldığı ışınım, birçok araştırmacı tarafından ölçüldü ve değişik dalgalardaki dağılımın matematiksel olarak açıklanması için, çeşitli çalışmalar yapıldı. Ancak, bunların hiç biri tam anlamıyla başarılı olamadı.

Kuvantum: Gerekli yanıtı, 1900 yılında, genç Alman fizikçisi Max PLANCK buldu. Yeni bir kuram ortaya atan Planck, enerjinin sürekli bir akış halinde değil, «*kuvanta*» (*kuvantum*un çoğulu) adı verilen enerji paketleri biçiminde yayımlandığını öne sürdü. Her kuvantumun taşıdığı enerji, ışınımın frekansıyla orantılıydı:

Enerji = frekans × değişmez

(*h*'yla belirtilen bu değişmeze, «*Planck değişmezi*» denir).



Uyarılmış hidrojen tarafında üretilen tayf çizgilerinin Balmer dizileri. (üstte) Bu çizgiler, tayfın görünür bölgesinde bulunur: İlk çizgiler, yani Lyman dizileriyse, morötesi bölgededir. Bir elektron üçüncü yörüngeden geriye, ikinciye atladığında, kırmızı ışık salar, dördüncüden ikinciye atladığında mavi-yeşil bir ışık salar, vb. Bir lazer ışığı pulsunun, bir şişe su içinde sağdan sola geçerken, saniyenin 100 milyarda biri kadar zamanda alınmış fotoğrafı. (solda) Foton da böyle bir ışık pulsuna benzer, ama çok daha küçüktür.

Işınımın dalga yapısını açıklayabilmek için Planck, kuvantumların kaynaktan çıktıktan sonra, durgun su yüzeyindeki dalgalar gibi yayıldığını öne sürdü.

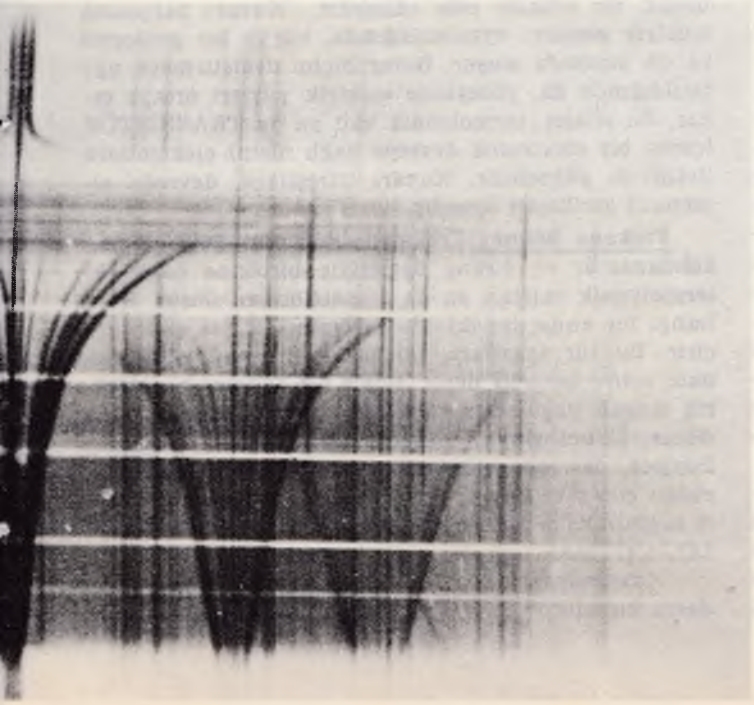
Fotoelektrik olayı: Çok geçmeden deneylerin, ışınımın, özellikle de ışığın, kuvantumlaşmış yapısını desteklediği görüldü. Hallwachs, bazı metallerin, görünür ışıktan daha yüksek frekanslı (dolayısıyle daha yüksek enerjili) bir ışın olan morötesi ışığa tutulduklarında, eksi yüklü tanecikler (daha sonra bunların ELEKTRON'lar olduğu anlaşılmıştır) yitirdiklerini ortaya koydu. Işığın yoğunluğu arttıkça, metalden ayrılan elektronların sayısı da artmaktaydı. Ancak, gelen ışığın belirli bir «eşik frekansı»nın üstünde olması gerekiyor ve bu frekansın altında hiç bir elektron salınmıyordu.

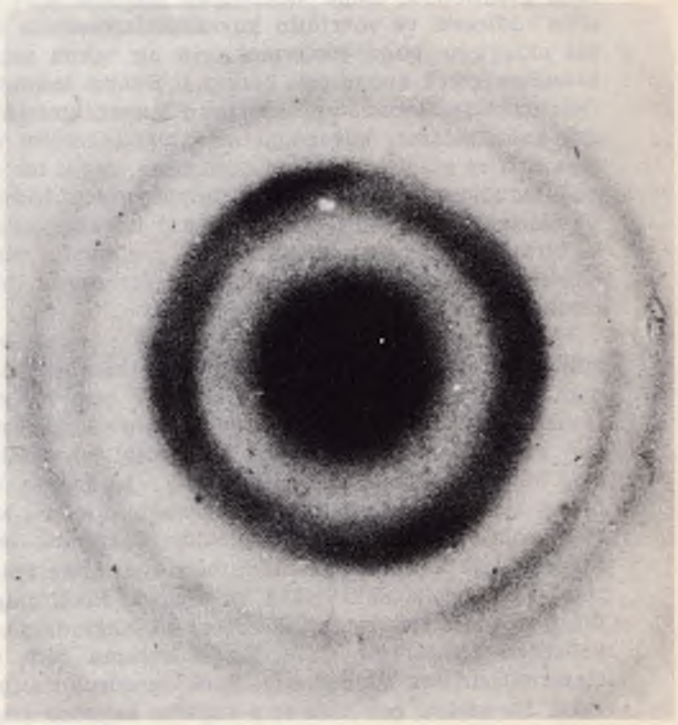
Söz konusu olguların, ışığın klasik dalga kuramıyla açıklanması çok zordur. 1905 yılında EİNSTEİN bunları, yeni geliştirilen kuvantum kuramıyla açıkladı. Planck'ın düşüncelerini geliştirerek, ışınım paketçiklerinin, kaynaktan çıktıktan sonra da dalga gibi yayılmadıklarını, kesikli enerji paketleri biçimindeki yapılarını koruduklarını öne sürdü. Morötesi ışığın yüksek enerji *fotonları*, metal yüzeyini bombardıman ederek, elektron koparmaktaydı. Işık yoğunluğundaki artma, daha çok fotonun yüzeye çarptığını ve daha çok elektron kopardığını gösteriyordu. Kuşkusuz, bunun gerçekleşmesi, fotonların enerjisinin yeterli olmasına bağlıydı. Işığın frekansı, eşik frekansının altına düşerse, fotonlar elektron koparamazdı.

Bohr atomu: Kuvantumlaşmış ışınım kavramı, Güneş tayfında gözlenen siyah çizgilerin yorumlanabilmesini de sağladı. Bu çizgiler, Güneş atmosferinde bulunan hidrojen ve demir gibi belirli elementler nedeniyle ortaya çıkmaktaydı. Yüzyılı aşkın bir süre önce Fraunhofer ve başka araştırmacılar tarafından görülmüş olmalarına karşılık, söz konusu çizgilerin nedenleri o zamana kadar açıklanamamıştı. Cambridge'de çalışan Danimarka'lı fizikçi Niels BOHR, 1911'de RUTHERFORD tarafından önerilen atom modeli ile Planck-Einstein kuvantum kuramını birleştirdi ve 1913'te, hidrojen atomunun tayf çizgilerini açıkladı. Bohr'un modeli, Rutherford kuramının yoğun, artı yüklü çekirdek ve elektron bulutu kavramlarını koruyordu.

Bohr'un kuramına göre elektronlar, ÇEKİRDEK

Kuvantum kuramına dayanan ve madde taneciklerinin dalgalar gibi davranması gerektiğini öne süren Louis de Broglie'nin düşüncesi, bir nikel billurundan elektron ışını yansıtılarak kanıtlanmıştır. (altta) Dalga gibi davranışı nedeniyle demet, bükülmeye uğrayarak, dairesel bölgelere bölünmüştür.





Kuvantum kuramının sonuçlarından biri de, kuvvetli elektrik alanlarının, elektronların atlayabileceği enerji düzeylerinin sayısını artırmasıdır. Bu olay, resimdeki (solda) dallanmış tayf çizgilerinde açıkca görülmektedir. Buna «Stark olayı» denir.

çevresinde belirli yörüngelerde dolaşıyor, bu yörüngeler de belirli enerjiler içeriyordu (bunlara «*enerji düzeyleri*» ya da «*enerji durumları*» denir). Bohr ayrıca, elektronların, bu enerji düzeylerinin birinden ötekine geçmedikçe hiç bir biçimde enerji salmayacağını ya da soğurmayacağını da öne sürüyordu. Foton halinde salınan ışının enerjisi, iki düzeyin enerjileri arasındaki farka eşitti. Bu kuramla Bohr, klasik fiziğin önemli bir sorununu ortadan kaldırmış oluyordu. Maxwell yasalarına göre, bir yörüngede dolaşan elektronlar, bir ışınım yapmak ve enerji yitirerek çekirdeğe düşmek zorundaydı. Bohr, tayf çizgilerini de, elektronların enerji düzeyi değiştirmesinden oluşan ışınım olarak açıkladı.

Bohr'un kuramı, elektron yörüngelerinin elips biçiminde olduğunu öne süren Sommerfeld tarafından geliştirildi. Ne var ki, bu durumda bile kuramın, hidrojenden daha karmaşık olan atomlara uygulanması oldukça zordu. Ama Bohr, on yıl sonra kuvantum kuramının sağlam matematik temellere oturmasını sağlayacak yolda, ilk adımı atmıştı.

Kuvantum mekaniği: 1924'te Prens Louis de Broglie, kuvantum kuramının önermelerinden yola çıkarak, maddenin de dalga özellikleri gösterdiğini ve Bohr'un atom modelinin, elektronun bir dalga olarak düşünülmesiyle çok daha kolay açıklanabileceğini öne sürdü. Ertesi yıl, Schrödinger, Zürich'te bu kuramı geliştirerek, *dalga mekaniği*ni matematiksel biçime indirgedi ve enerjinin kuvantumlaşmasının doğal olduğunu, bunu göstermek için bir takım yapay kabullere gerek olmadığını kanıtladı. Bunun ardından Göttingen'de Heisenberg, enerjinin kuvantumlaşmasını kabul ederek, kuvantum mekaniği tekniğini ortaya attı ve maddenin dalga özelliğinin, doğal bir sonuç olduğunu ortaya çıkardı. Birbirlerinden bağımsız çalışan bu iki bilim adamının, karşıt yaklaşımlarla birbirlerinin tamamlayıcısı olan çözümlere varabilmeleri, dalga-tanecik eşdeğerliliği kuramının doğruluğunu göstermekteydi.

Heisenberg, 1926 yılında, belirsizlik ilkesini formülleştirdi. Bu ilkeye göre, bir cismin hem momentumunun, hem konumunun aynı anda ve tam bir kesinlikle ölçülmesi, maddenin dalga-tanecik yapısından ötürü olanaksızdır. Ölçme üstündeki bu sınırlama, bilimsel olduğu kadar, felsefi bakımdan da önem taşımaktadır. Belirsizlik ilkesinin etkileri, ancak atomsal boyutlarda gözlenebilir. Sözgelimi, momentumu ve konumu hiç bir zaman aynı anda bilinmeyen elektronla ilgili başka bir olgu da *tünel olayı*dır. Buna göre elektronlar, 100 atom kalınlığındaki engellerden geçebilirler. Oysa, klasik kurama göre, bu elektronların söz konusu engellerce durdurulması gerekir. Bu özellik, çok hızlı açıp kapama sağlama amacıyla geliştirilmiş tünel DİYOT'larının yapımında kullanılır.

Schrödinger ve Heisenberg'in kuvantum mekaniği, P.A.M. Dirac tarafından geliştirilmiş ve *kuvantum elektrodinamiği* biçimini almıştır. Dirac'ın 1920'lerin sonlarındaki çalışmaları, günümüzün araştırmalarının temelini oluşturur. Öteki başarılarının yanında Dirac, 1932 yılında, özellikleri elektrona benzeyen, ama artı yüklü olan bir taneciği, yani *pozitron*u bulmuştur.

Günümüzde pek çok fizikçi, doğanın dört temel kuvvetinin (Bk. ALAN VE KUVVETLER) kaynaklarının, kuvantum etkileşimlerine dayandığına inanmaktadır. Bir kuvvetin, bir «değişim taneciği», bir atomaltı tanecik tarafından salınıp başka biri tarafından soğurulduğu zaman ortaya çıktığı düşünülmektedir. Elektromagnetik kuvvet halinde, *virtüel fotonlar* değiş tokuşa uğrarken, *pi mezonlar* çekirdek kuvvetleri oluştururlar. Yerçekiminin, *graviton*ların (henüz saptanmamış olmalarına karşılık) etkilerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Sayıları gittikçe artan deneysel kanıtlar, zayıf çekirdek kuvvetlerine yolaçan ve «*ara vektör bozonu*» denen bir taneciğin varlığını desteklemektedir.

KUVARS HALOJEN AMPUL Bk. AMPUL (ELEKTRİK)

KUVARS SAATİ

Saatler, bir OSİLATÖR ile salınım sayılarını sayıp kaydeden bir mekanizmadan oluşur. Bunun en yalın örneği, bir saat sarkacının, eşapman, maşa ve bir dizi dişliyle saat kollarını çevirmesidir. Kuvars saatinde salınım yapan bölüm, kuvars billurundan uygun doğrultuda kesilmiş bir billur parçasından oluşur. Saniyede bir milyonu bulabilen titreşimler, saat göstergelerini çalıştıran bir elektronik *bölme devresi* tarafından sayılır.

Kuvars billuru: Kuvars billuru, kararlı mekanik ve elektriksel özellikler taşıyan PİEZOELEKTRİK MALZEMELER'den biridir. Kuvars billurunun bir elektronik devre aracılığıyla sürekli salındırılmasıyla, uygun bir osilatör elde edilebilir. Kuvars parçasına elektrik gerilimi uygulandığında, küçük bir genleşme ya da büzülme oluşur. Billur biçim değiştirmeye uğratıldığında da, yüzeyinde elektrik yükleri ortaya çıkar. Bu yükler, termoiyonik valf ya da TRANSİSTÖR içeren bir elektronik devreye bağlı metal-elektrotlara iletilerek, yükseltilir. Kuvars titreştikçe, devrede alternatif gerilimler uyarılır.

Frekans bölme: Frekansı bölen en yalın devre, kondansatör ve direnç öğeleriyle birbirine bağlı iki termoiyonik valftan ya da transistörden oluşur. Herhangi bir anda, bu iki öğeden yalnızca biri akım geçirir. Bu tür aygıtlara, iki kararlı durumu olduğundan, «*çifte kararlı*» denir. Böyle bir devreye bir elektrik sinyali uygulandığında, akım, bir valftan ötekine döner. İkinci sinyal, devreyi eski haline döndürür. Böylece, devreye gelen iki sinyalden ancak biri devreden çıkar ve devre, ikiye bölücü gibi davranır. Seri bağlanmış n tane bölücü, sinyalleri 2^n'ye böler (Bk. LOGARİTMA).

Kuvars saatinde, 10'a bölen daha karmaşık bir devre kullanılır. Bu devrede hem bir dizi çifte kararlı

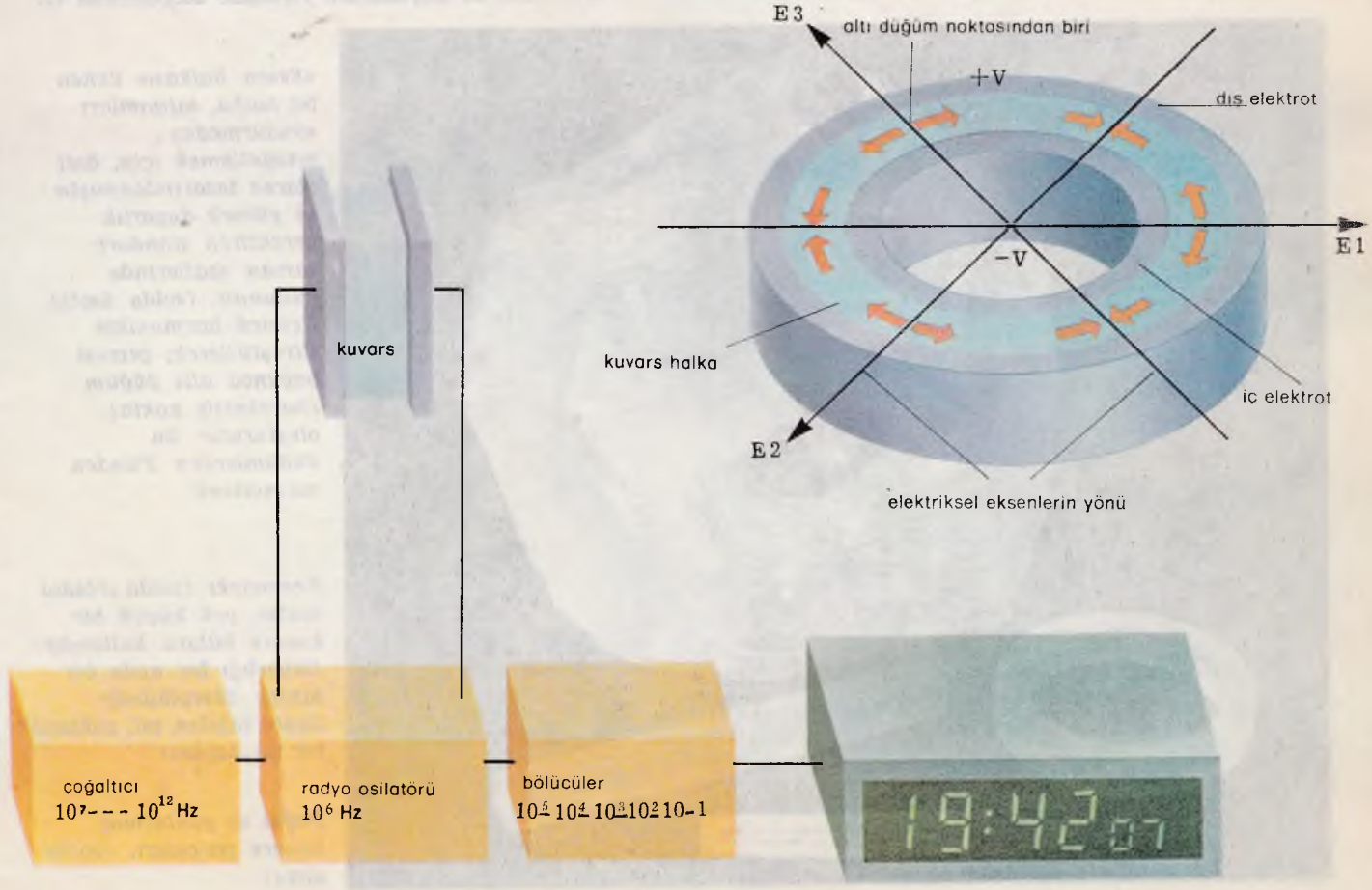
devre, hem de MANTIK DEVRELERİ bulunur. Bu saatler, başlangıçta radyo frekanslarının ölçümü için geliştirilmiştir ve hâlâ da bu amaçla kullanılmaktadır. Bu nedenle, salınım frekansının tayfı boyunca 10'luk ölçümlerin katları ve askatları biçiminde tanımlama yapılabilir. Aygıt yalnızca saat olarak kullanılacaksa, frekansın 2'nin kuvvetleri halinde kullanılması sakıncalı olmaz.

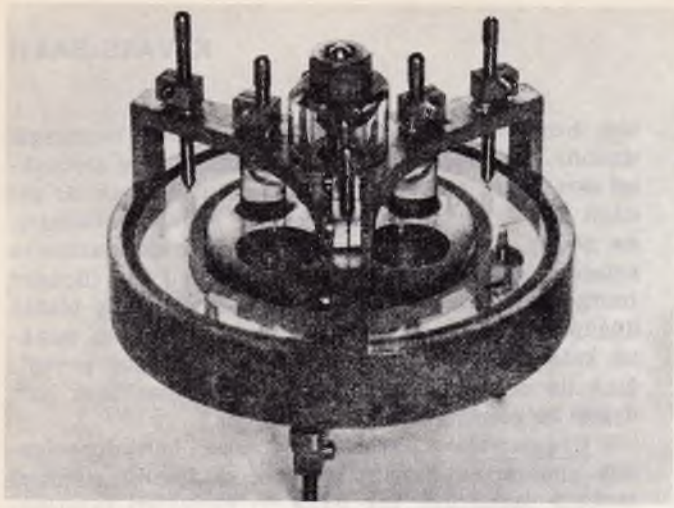
Dizayn özellikleri: Kuvarsın billur yapısı oldukça karmaşıktır. Billur, değişik doğrultularda, farklı mekanik ve elektriksel özellikler taşır. Bu, osilatörlerin dizaynını zorlaştırmasına karşılık, çeşitli özelliklerden yararlanarak, çok geniş bir kullanım olanağı da getirir. Nitelikli bir saat oluşturmak için, elde edilebilecek en yüksek kararlılık, en düşük sönüm yitimi ve sıfır frekans sıcaklık katsayısı gösteren bir salınım değeri seçilir.

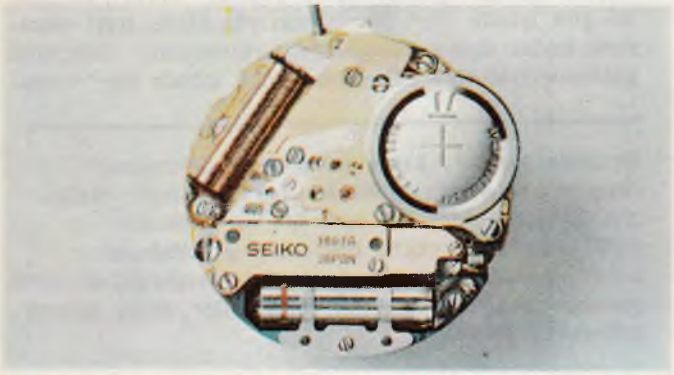
Uygulamada en güç sorunlardan biri de, kuvarsın salınımlarını söndürmeden beslemektir. Bunu sağlamak için, billuru, temel salınım frekansının daha yüksek modlarından birinin düğüm noktasına yerleştirmek gerekir. Bu ilkeler, İngiliz Ulusal Fizik Laboratuvarı'nda geliştirilen *Essen halkası* üstünde gösterilmiştir. Halka, birçok gözlemevinde standart olarak kullanılmaktadır. 55 mm çapındaki halka, 10^5 hertzlik (10^5 titreşim/san) frekansla titreştirilir. Daha yüksek modlar, kuvarsla aynı eksenli olan ve onu hem içten, hem de dıştan saran metal elektrot halkalarla uyarılır. Çap doğrultusunda 120° aralıkla, üç elektriksel eksen vardır. Elektrotlar arasına uygulanan bir gerilim, 60°'lik bir bölümün çember boyunca uzamasına neden olurken, komşu 60°'lik bölümde kısalmaya yolaçar. Böylece çember, üçüncü modunda (üçüncü harmoniğinde), üç tanesinden mesnetlenmiş olarak düğüm oluşturacak biçimde titreşir. Halkanın sıcaklık katsayısı, başka etmenlerin yanı sıra, çap genişliğine de bağlıdır. Bu katsayıyı sıfır yapabilmek için, uygun bir çalışma sıcaklığı seçilir.

Uygulamalar: Frekans ölçümleri için düzenlenmiş olmalarına karşılık, kuvars saatlerinin zamanı, sarkaçlı saatlerden çok daha iyi ölçtükleri kanıtlanmıştır. Halka tipli kuvarsla yapılan saatin, zamanı, bir gün içinde 10^{-5} (saniyenin yüz binde biri) düzeyine kadar doğru gösterdiği görülmüştür. Gökbilim gözlemleriyle elde edilen zamansa, günde 10^{-7} (sani-

Resimde (altta), Essen halkasının elektriksel eksenleri ve düğüm noktaları görülmektedir. Halka, altı düğüm noktasının üçünden mesnetlenir (120° arayla). Frekans bölücüleri aracılığıyla kuvarsın doğal frekansı, saat göstergesini çalıştıracak oranlara indirilir. Frekans çoğaltıcılar, daha yüksek frekanslar üretirler.







yenin yüzde biri) düzeyine kadar duyarlıdır. Kuvars saatleri, gözlem yanılgılarını azaltmakta ve doğru bir zaman ölçüsü sağlamada kullanılır. Kuşkusuz, kuvars saatlerinin de, dünyanın dönüşüyle eşzamanlaması gerekir.

1930'larda geliştirilen ilk kuvars saatleri çok büyük ve pahalıydı. Zamanla, elektronik öğelerin boyutlarını büyük ölçüde küçülten mikroelektroniklerin geliştirilmesiyle (Bk. ENTEGRE DEVRELER), bu saatler bütünüyle değişti. Böylece, klasik saatlere göre çok yüksek nitelikli kol ve masa saatleri üretilmeye başlandı.

KUVVET Bk. DİNAMİK

KUVVET Bk. MATEMATİK

KUVVETÖLÇER Bk. DİNAMOMETRE

KUYULAR

Güvenilir su kaynakları, yerleşme bölgelerinin en

«Essen halkası» denen bu halka, salınımları söndürmeden mesnetlemek için, özel olarak tasarımlanmıştır ve yüksek duyarlık gerektiren standart zaman saatlerinde kullanılır. (solda üstte) Üçüncü harmonikle titreştirilerek, çevresi boyunca altı düğüm (hareketsiz nokta) oluşturulur. Bu düğümlerden 3'ünden mesnetlenir.

Resimdeki (solda ortada) saatte, çok küçük bir kuvars billuru kullanılır. Duyarlığı bir ayda bir saniye düzeyindedir. Saate takılan pil, yaklaşık bir yıl dayanır.

Doğal ve yontulmuş kuvars parçaları. (solda altta)

önemli öğelerini oluşturur. Birçok yerde, gerekli su, bir akarsudan sağlanır. Bazı bölgelerde de, kaynak suları bulunur. Ama en sık başvurulan yöntem, dikey bir su yolu aracılığıyla yeraltı suyuna ulaşmayı sağlayan kuyulardır. Sözgelimi, 1930'a kadar Tahran kenti, bütün suyunu 12 kuyudan sağlıyordu. Çöllerde kurulan birçok yerleşme bölgesi, yalnızca bu yeraltı su kaynaklarına dayanır.

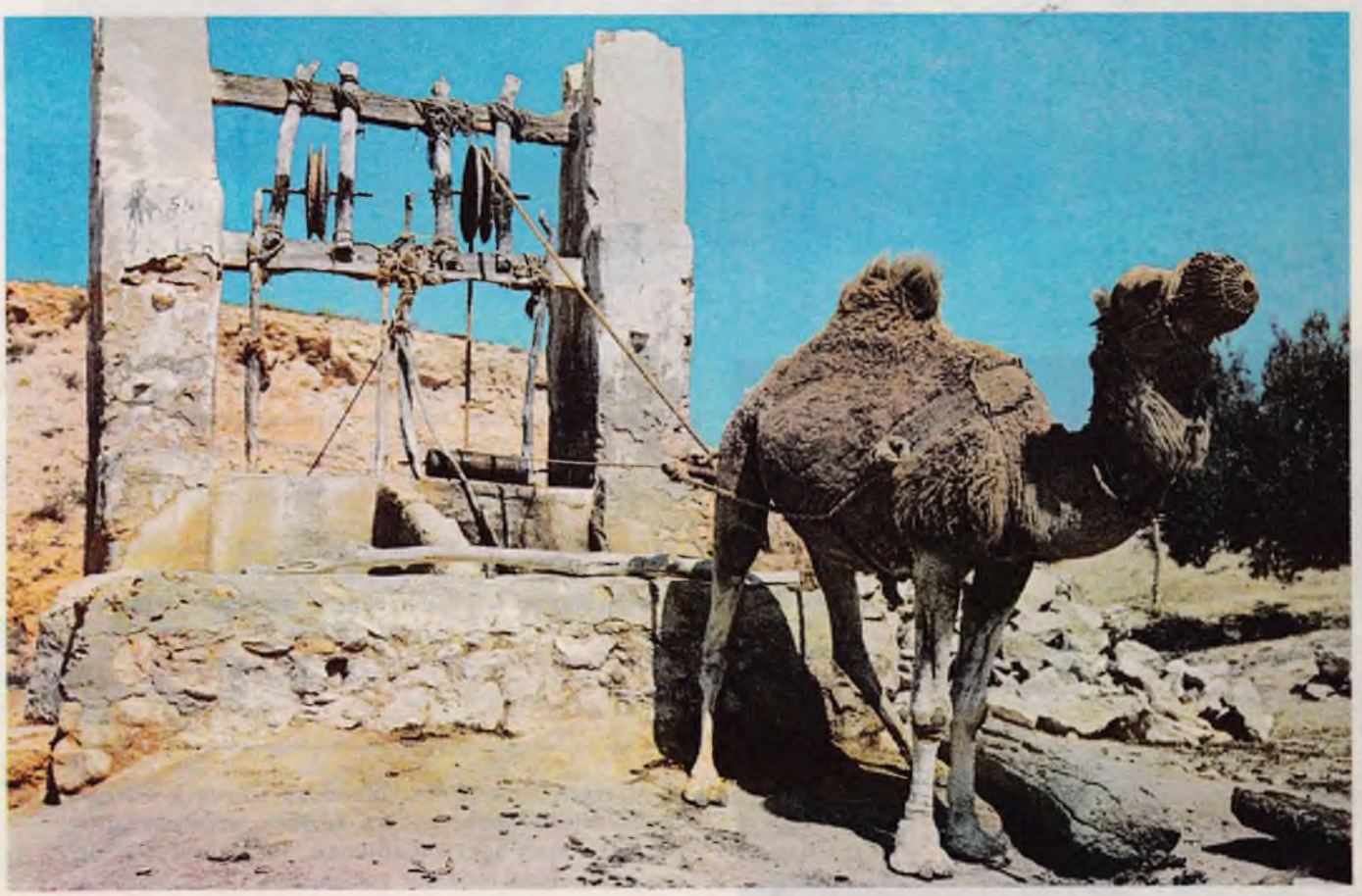
«Kuyu» sözcüğü, yeraltından başka bir sıvının ya da maddenin elde edilmesi amacıyla açılmış yollar için de kullanılabilir. Buna örnek olarak PETROL kuyuları, kükürt filizine sıcak su basılarak kükürt elde edilen KÜKÜRT kuyuları ve tuz filizine su basılarak tuz elde etmeye yarayan TUZ kuyuları sayılabilir.

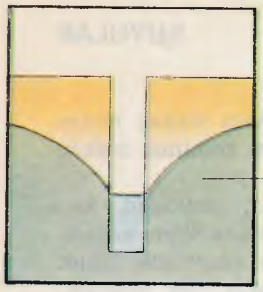
Kireçtaşı, kumtaşı, bazalt ve çakıl gibi kayalara ya da kuma düşen yağmur suları, bunları geçer ve «doyma bölgesi» adı verilen yere kadar iner. Doyma bölgelerinin yüzeyine, «*taban suyu düzeyi*» adı verilir. Bu, düz bir yüzey değildir. Hem yeryüzü şekillerine uyarak yükselip alçalır, hem de yağmur miktarına bağlı olarak değişir. Kuru bölgelerde çok derinlerde (yaklaşık 30 m), bazı bölgelerde de yüzeye yakındır. Taban suyu düzeyinin doğal olarak yeryüzüne çıktığı yerlerde, *kaynak*lar görülür. Taban suyu düzeyinden daha derine açılan dikey bir kuyu, o bölgenin taban suyu düzeyine kadar suyla dolacaktır. Kuyudan su «çekme»nin geleneksel yöntemleri, kova, çıkrık ve birkaç parmak çapındaki bir borudan suyu çeken «tulumba»dır. Bazı yerlerde de su, yüzeyin birkaç metre altında olduğundan, kuyunun içine yapılmış birkaç basamakla suya erişilebilir.

Buraya kadar anlatılan kuyular, artezyen kuyularıyla karşılaştırılarak «sığ kuyular» diye adlandırılır. Bütün sığ kuyular, kirlenme (özellikle lağım sularıyla) tehlikesiyle karşı karşıyadır. Bu tehlikenin bir ölçüde de olsa azaltılması için, kuyunun oldukça derine kazılması ve sızıntıların girmesini önlemek için çevresinin su geçirmez malzemeden yapılması gerekir. Kuyunun derin olması, aynı zamanda, kuraklık zamanında kuyu suyunun kolayca kurumamasını da sağlar.

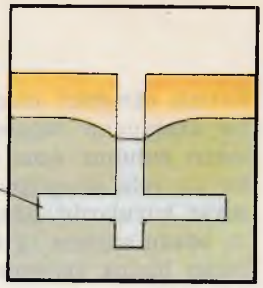
Artezyen kuyuları: Çevredeki taban suyu düzeyinin altında bulunan noktalara düşey kuyuların açılması durumunda, suyun hidrostatik basıncı nedeniyle, kuyudan basınçlı su fışkırır. Bu tür kuyulara, «artezyen kuyuları» adı verilir. Artezyen, adını, bu tür kuyuların XII. yüzyıldan bu yana kullanıldığı Fransa'nın Artois kentinden alır.

Cerbe'deki (Tunus) bir kuyunun çıkrığını çalıştıran bir deve. (altta) Çok sayıda insanın değişik kovalarla su çekmesi, suyun kirlenmesine neden olmaktadır. Bu yüzden, resimdeki gibi kapalı sistemler, sağlığa daha uygundur. Sığ kuyuların, sık sık klorlanması gerekir.

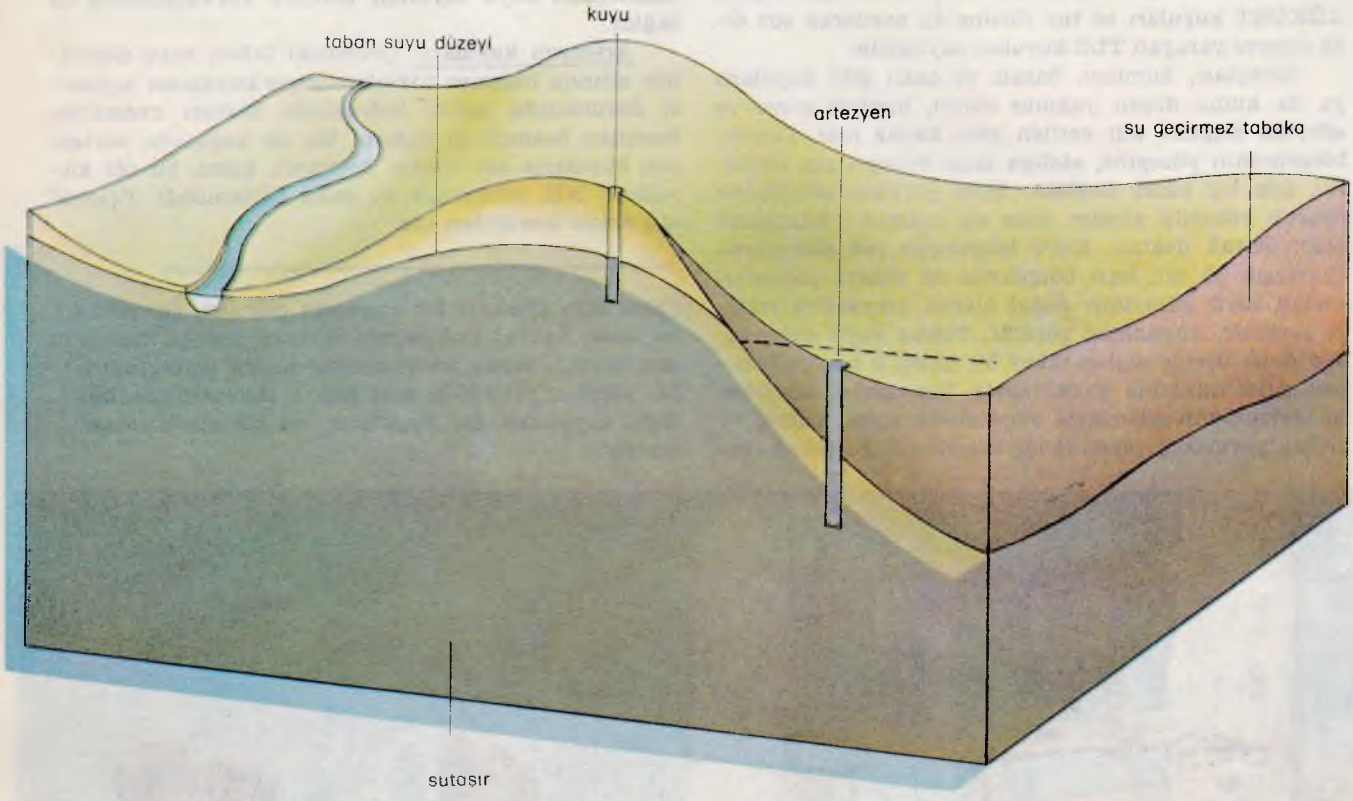


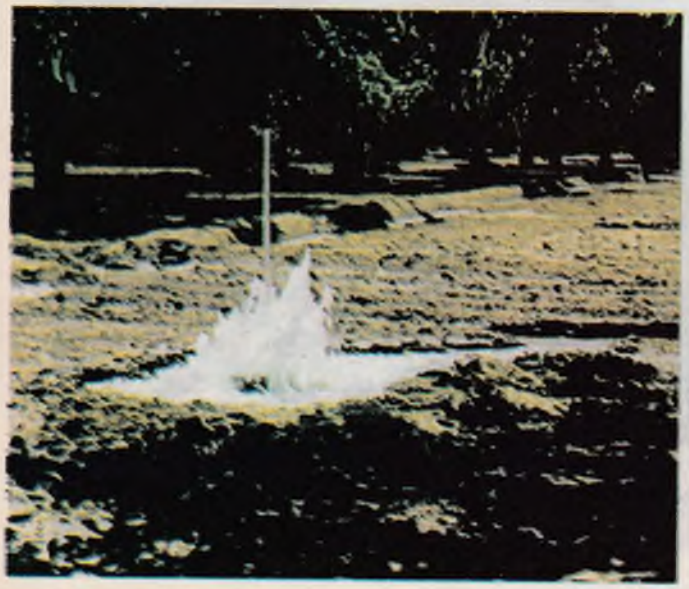


aşırı pompalama nedeniyle
taban suyu düzeyinin düşmesi



taban suyu düzeyinin altına
açılan yatay kanallar kuyunun
daha çabuk beslenmesini sağlar





Yer yüzeyinin altında, taban suyu düzeyi uzanır. (üstte) Bu, düz bir yüzey değildir. Su geçirmez kayaların bulunduğu bölgeler dışında, yüzeye uyarak yükselip alçalır. Kesikli çizgi, artezyen kuyusundan çıkan suyun ulaştığı düzeyi göstermektedir.

Kaliforniya'daki bir portakal bahçesinde bulunan artezyen kuyusu. (solda) Söz konusu bölgede bu kuyular, ana su kaynağını oluşturmaktadır. Artezyen kuyuları, yerbilimsel olaylar sonucu doğal olarak da ortaya çıkabilirler; ama bu resimdeki, sondayla açılmıştır.

Artezyen kuyularının bulunduğu bölgelere «artezyen havzaları» denir. Londra ve Paris artezyen havzalarında suyun aşırı kullanılması, su düzeyinin kuyu ağızlarının altına inmesine yolaçmıştır.

KÜKÜRT

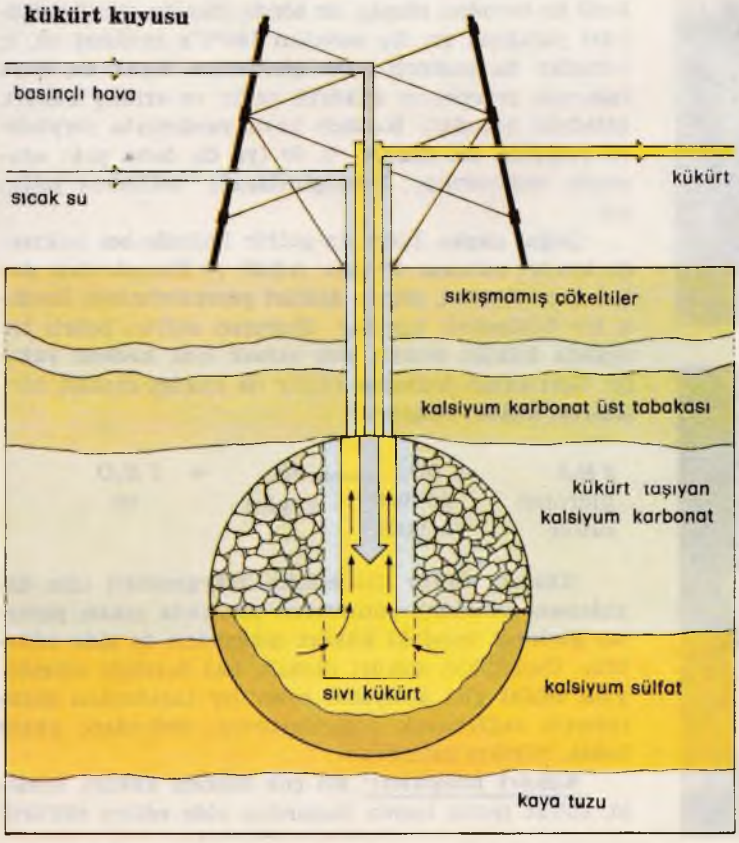
Kimyada *S* simgesiyle gösterilen kükürt (atom numarası 16, atom ağırlığı 32,07), eski çağlardan bu yana bilinir. Sicilya'da doğal halde bulunması, eski Akdeniz uygarlıklarında birçok alanda kullanılmasına neden olmuştur. İ.Ö. 900 yıllarında Homeros, kükürtün tıbbi özelliklerinden söz etmiştir. Yanan kükürtten (kükürt dioksit, SO_2) çıkan dumanlarsa, uzun süredir dokumaların ağartılmasında ve mikropların yok edilmesinde kullanılmaktadır.

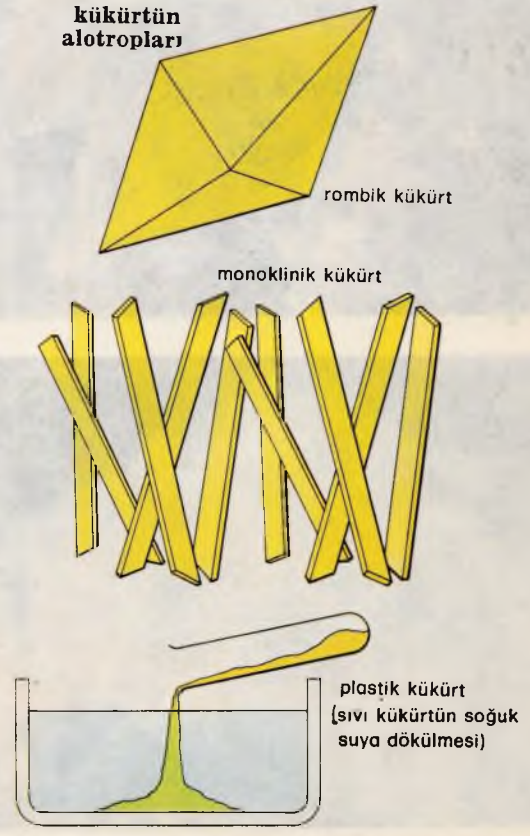
Fiziksel özellikleri: PERYODİK ÇİZELGE'de kükürt, üçüncü grubun sonuna doğru yeralır. Bir ametal olduğu için, ısı ve elektriğe karşı yalıtkandır. Oda sıcaklığında, sarı renkli billurlar biçimindedir; tadı ve kokusu yoktur. Bilinen iki billur biçimi ya da *alotropu* vardır. Alfa (α) biçimi *ortorombik* billur yapıdadır ve erime noktası 113°C'tır. 95°C'ın üstünde, *monoklinik* billur yapıdaki daha dayanıklı (β) biçimine (erime noktası 119°C) dönüşür. Bu dönüşüm oldukça yavaş yürür. Bu yüzden α— kükürt hızla ısıtılırsa, hiç β— kükürt oluşmadan erir. Erimiş durumdan β— kükürt billurları oluşturulduğunda ya da α— kükürt 95-113°C arasında tutulup hızla oda sıcaklığına soğutulduğunda, β— kükürtün monoklinik billurları, yarı dayanıklı biçimde kalır (bunlar aşağı yukarı bir gün sonra alfa biçime dönüşürler). Buna karşılık, α— kükürt billurları, doğrudan doğruya içinde karbon disülfür (CS_2) bulunan kükürt çözeltisinden billurlaştırma yoluyla hazırlanabilir.

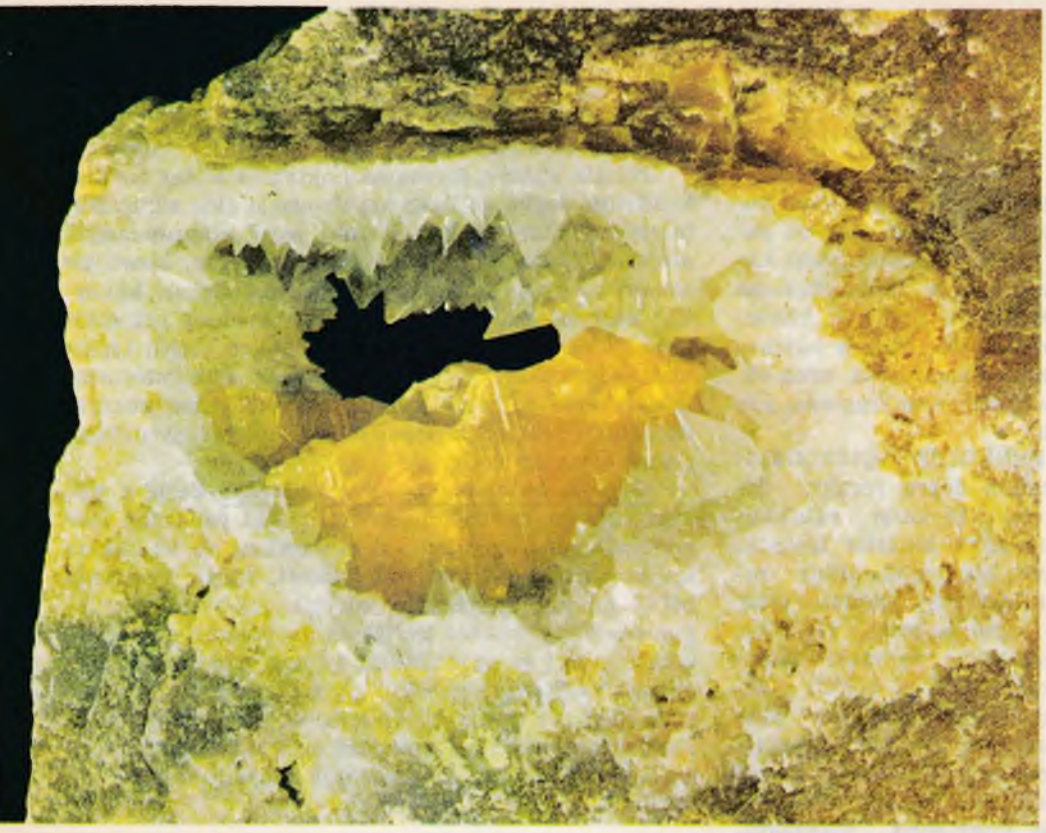
Plastik kükürt, kaynama noktasına kadar ısıtılan kükürtün, soğuk su içine akıtılmasıyla elde edilir. Billursu değildir. Akışkan sıvının aşırı soğutulmasıyla oluşur. Billursu olmayan öteki kükürtlere, genellikle «*amorf kükürt*» adı verilir. Amorf kükürtler, kükürtün karbon disülfürdeki çözeltileri üstünde ışık etkisiyle ya da bileşiklerinin çözeltilerinden çeşitli tepkimelerle çökeltme yoluyla elde edilir. Süblimleştirme yoluyla elde edilen *kükürtçiçekleri* («süblime kükürt» de denir), billursu bileşenlerden çözülerek ayrılabilen amorf biçimler içerir.

Doğada bulunuşu ve elde edilmesi: Serbest kükürt (kükürt içeren bileşik değil) eski yanardağ bölgelerinde bulunur. Sicilya'daki yataklar, % 20 kükürt içerir. Buralardan çıkarılan kükürt, filizin fırınlarda belirli bir miktar havayla yakılmasıyla ayrılır. Bu işlem sırasında, kükürt içeriğinin bir bölümü de yanar; ama bu, geri kalan bölümün erimesi için gerekli ısıyı sağlar. Yakıt olarak kömür ya da petrol ürünleri yerine kükürtün kendisini kullanmak, daha ucuza gelir. Fırınlar, istenen ısıyı azaltmak ve kükürt yitimini en az ölçüde tutmak için, genellikle gruplar halinde çalıştırılır.

Frasch yöntemiyle yeraltından kükürt çıkarılması. (altta) Aşırı ısıtılmış su, kükürtü eritir ve iç borudan aşağı verilen basınçlı havayla, kükürt yeryüzüne çıkarılır. Kuyu genellikle 200 m derinliktedir.



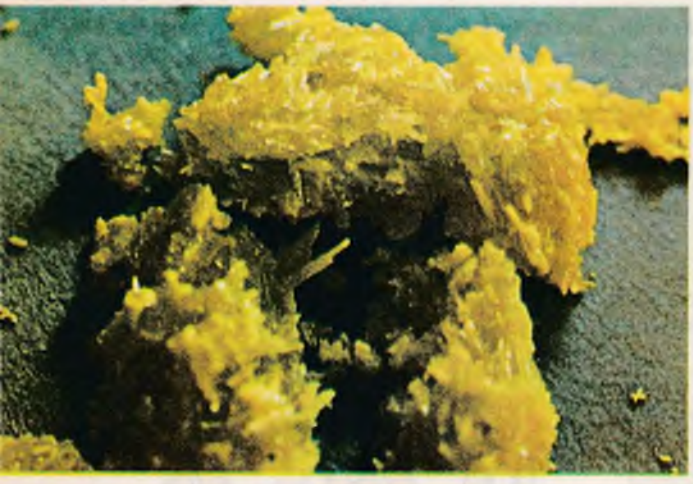




Kükürtün çeşitli alotropları vardır. Bunların en çok bilineni, resimde (solda üstte) görülen rombik kükürttür. Rombik kükürt, doğada kalsiyum karbonatla birlikte bulunur.

Monoklinik kükürt, 95°C'ın üstündeki sıcaklıklarda elementin en kararlı biçimidir. (solda ortada) Kükürtün erime noktası 119°C'tır.

Kükürtçiçekleri amorf kükürtün bir örneğidir. (solda altta) Kükürtçiçeği billursu değildir.



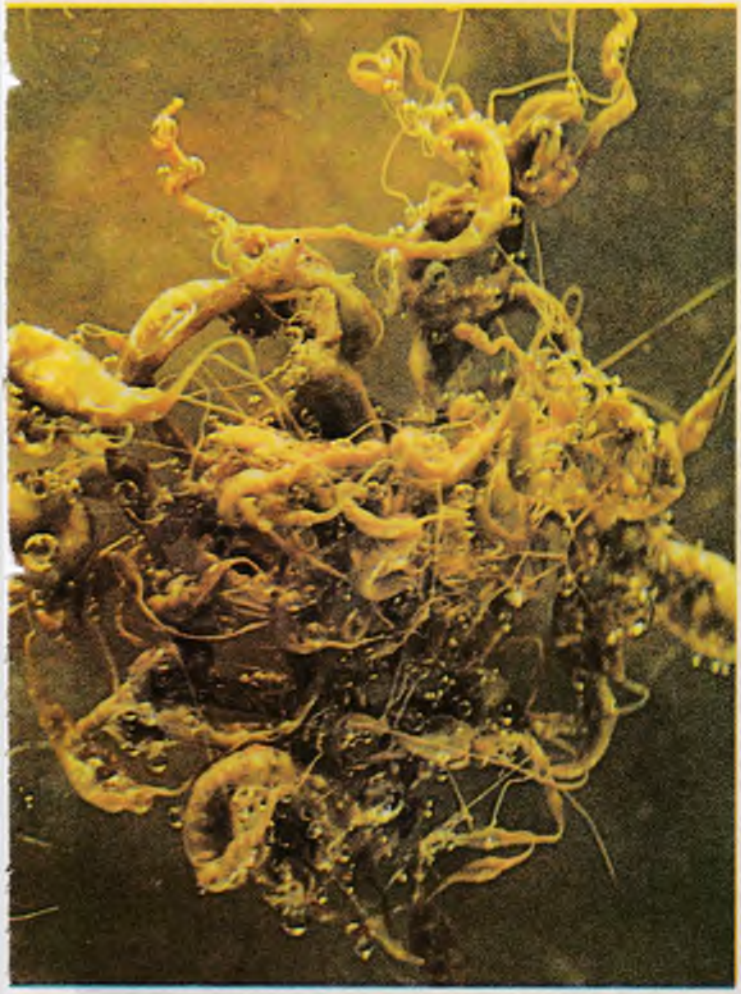
Amerika ve Meksika'daki büyük yatakların bazıları, yerin yaklaşık 200 m altındadır ve alışılmış yöntemlerle çıkarılamaz. Bu madenler, Herman Frasch tarafından geliştirilmiş bir teknikle işletilir. Frasch yönteminde kükürtün bulunduğu tabakaya, eşmerkezli üç borudan oluşan bir sonda çubuğu sokulur. Kükürt yatağına en dış borudan 180°C'a ısıtılmış su, iç borudan da basınçlı hava gönderilir. Sıcak su, kuyu tabanını çevreleyen kükürtü eritir ve erimiş kükürt, ortadaki borudan, basınçlı hava yardımıyla yeryüzüne çıkarılır. Bu kükürt, % 99 (ya da daha çok) oranında arılaştırılıp, katılaştırılacağı teknelere yollanır.

Doğal gazda, hidrojen sülfür halinde bol miktarda kükürt bulunur. Fransa, A.B.D. ve Kanada'daki doğal gaz bölgeleri, dünya kükürt gereksiniminin önemli bir bölümünü karşılar. Hidrojen sülfür, belirli bir oranda kükürt dioksit elde etmek için, kısmen yakılır. Geri kalan hidrojen sülfür ile kükürt dioksit, birleşerek, kükürt oluşturur:

$$2\,H_2S \text{ (hidrojen sülfür)} + SO_2 \text{ (kükürt dioksit)} \longrightarrow 3S \text{ (kükürt)} + 2\,H_2O \text{ (su)}$$

Kükürt, sülfür filizlerinin indirgenmesi için uygulanan metalürji yöntemleri sırasında çıkan yararsız gazların içindeki kükürt dioksitten de elde edilebilir. Genellikle, kükürt dioksit, baz özellikli alüminyum sülfat gibi kimyasal çözeltiler tarafından soğurulması sağlanarak yoğunlaştırılır; ardından, akkor kokla, kükürte indirgenir.

Kükürt bileşikleri: En çok bilinen kükürt bileşiği, sülfat iyonu içeren tuzlardan elde edilen sülfürik



Sıcak sıvı kükürt suya döküldüğü zaman, plastik kükürt elde edilir.

asittir. Sülfürik asit elde etmek için kükürt dioksit kullanılır (Bk. ASİT ÜRETİMİ). Bu nedenle, üretilen kükürtün aşağı yukarı % 85'i, kükürt dioksit elde etmek için yakılır:

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$

kükürt + oksijen → kükürt dioksit

İlk bakışta, doğal gaz içindeki hidrojen sülfürün kükürt dioksit değil de, kükürt elde etmek için yükseltgenmesi anlamsız görünebilir. Ama element kükürtün taşınması ve kullanılması, kükürt dioksitten (oda sıcaklığında keskin kokulu bir gaz) çok daha kolay ve ucuzdur. Ayrıca, kükürt dioksit, soğutucu olarak, ağartıcı olarak (klorun şiddetli etkisinin istenmediği durumlarda) ve yiyeceklerin korunmasında kullanılır. Kağıt endüstrisinde de büyük miktarda tüketilir.

Hidrojen sülfür (H_2S), çürük yumurta kokulu, zehirli bir gazdır. Kimyasal çözümlemelerde çok kullanılır. Kükürtün asitle işlenmesiyle kolayca elde edilebilir:

$$2\,HCl + ZnS \longrightarrow H_2S + ZnCl_2$$

hidroklorik asit + çinko sülfür → hidrojen sülfür + çinko klorür

Kükürt, yüksek sıcaklıkta karbonla tepkimeye girerek karbon sülfür verir. Bu sıvı, viskoz yöntemiyle selülozdan yapay ipek yapımında ve azot tetrasülfür (bir tür böcek ilacı) üretiminde kullanılır.

Kükürtten, lastiğin *vulkanizasyon*unda bağlayıcı olarak yararlanılır. Söz konusu süreçte ayrıca, hızlandırıcı olarak aromatik sülfürler de kullanılır. Birçok önemli antibiyotik, özellikle *penisilin*ler, *sefaloporin*ler ve *sülfonamit*ler, sülfür içeren bileşiklerdir. Çabuk sertleşen çimentoların çoğunun bileşiminde de kükürt bulunur.

Petrol ve kömürde de, genellikle, az miktarda kükürt içeren bileşik vardır. Bu kükürt, söz konusu yakıtın yanması sırasında kükürt dioksite dönüşür. Kükürt dioksit, çevre kirlenmesine yolaçan en önemli maddelerden biridir. Bu maddenin suda kolayca çözünmesi sorun yaratır. Kükürt dioksidin suda çözünmesiyle oluşan asit (H_2SO_3), zayıf bir asit olmasına karşılık, zamanla yapıların taşlarını yıpratır, ayrıca hayvanlara ve bitkilere zarar verir. Kükürt dioksit kirlenmesi, kükürtün yakıttan uzaklaştırılmasıyla ve egzoz gazlarından soğurma yoluyla alınmasıyla, önemli ölçüde azaltılabilir.

KÜLTİVATÖR

Birinci Dünya savaşından önce toprak, çelik çubuklarla ya da tırmığa benzeyen aletlerle çapalanır ve böylece, tohumların iyice yerleşip tutmasına elveren yumuşak bir nitelik kazanması sağlanırdı.

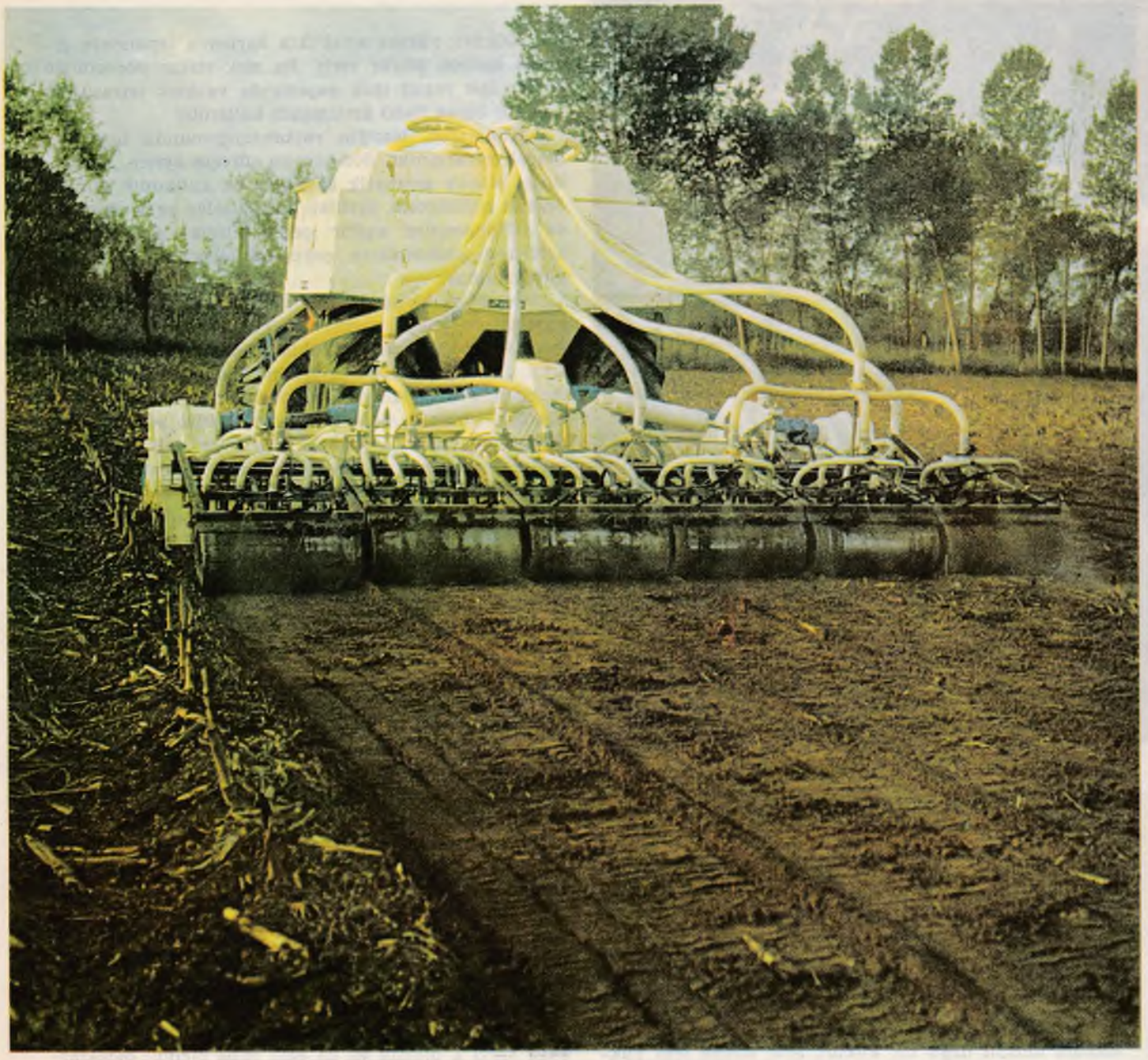
Günümüzdeyse, hem toprağı ufalamak ve ekmek, hem de sürmek için, «kültivatör» adı verilen motorlu araçlar kullanılmaktadır. Bu araçlardan ilki, 1912 yılında, Avustralya'da, A.C. Howard (1896-1971) tarafından yapılmış, ama traktörle çekilen gerçekten başarılı ilk araç, ancak 1922 yılında geliştirilmiştir. Bu araç sonradan ticari amaçlarla kullanılan yaygın modellerden çok daha büyük (genişliği 4,5 m) bir modeldi. Kültivatörlerin döner bıçaklı türlerine «*rotovatör*» adı verilir.

Rotovatör: Rotovatörlerin çoğu, ortada yeralan aksa bağlı *L* biçimli ya da eğik çapa biçimli bıçaklarla toprağı çapalama ilkesine göre çalışır. Mil, ya aygıtın kendi motoruyla ya da kültivatörün arkasına takıldığı traktörün arka mili yardımıyla döndürülür.

Araçlar çok güç koşullarda çalıştıklarından bıçaklar, en iyi cins çelikten yapılır. Bu yüzden, toprağın içindeki kayalara çarpsalar bile genellikle kırılmazlar. Bıçakların aks üstüne sarmal biçimde yerleştirilmesiyle, traktörün aktarma organlarına binen yük azaltılır.

Günümüzde bahçe işlerinde, elle yönetilen rotovatörler kullanılır. Bunların çalışma ilkesi büyük modellerinkine benzer. Üstte yeralan motor, üstünde bıçaklar bulunan kolu döndürerek, aygıtın geçtiği yerde düzgün olarak çapalanmış bir iz bırakır. Bu aygıtların gücü 10 BG kadar, eniyse 1 metreden azdır.

Tohumlar hiç bir zaman derine ekilmediğinden,

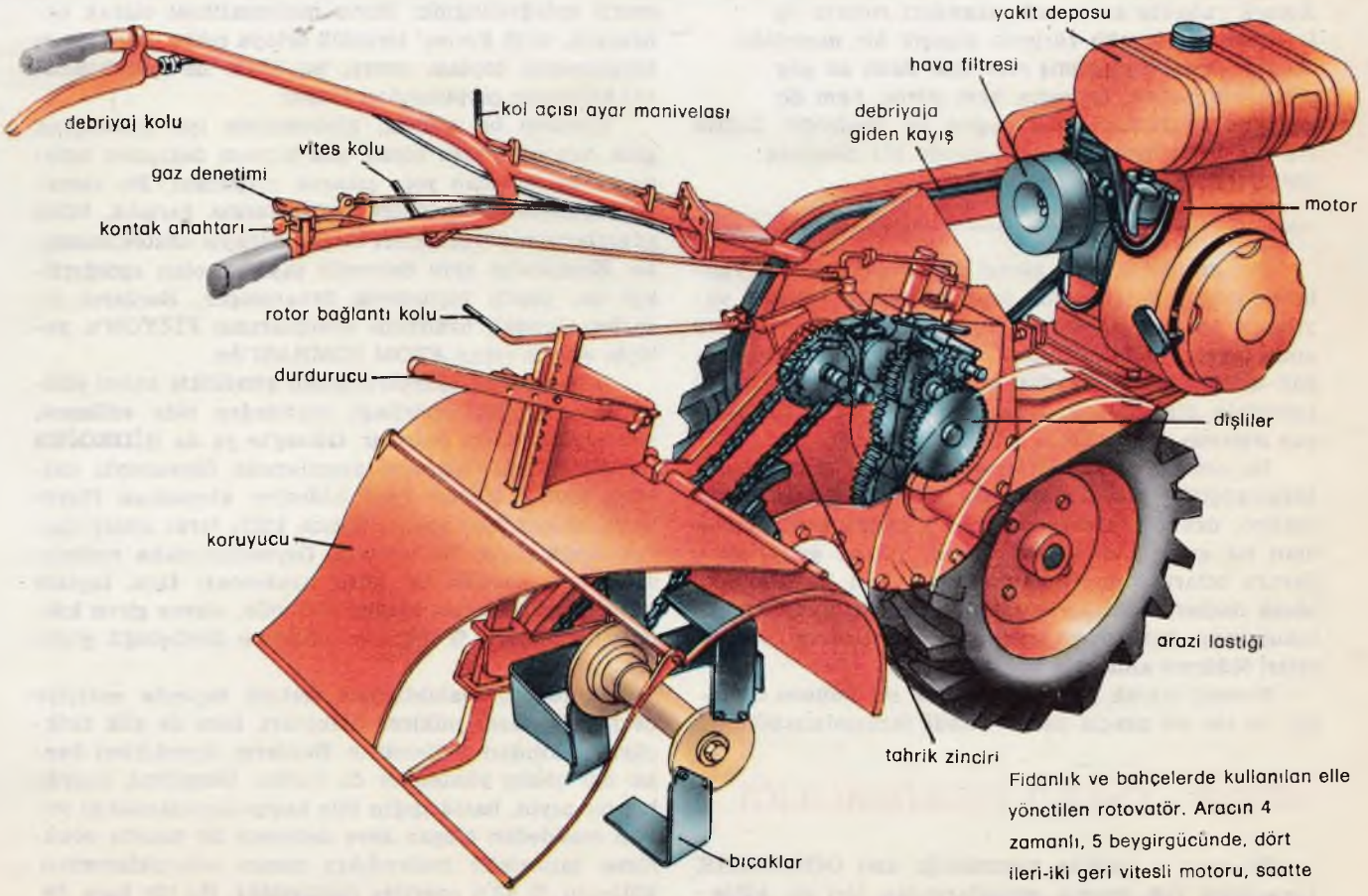


rotovatörler 20 cm'den daha derin çapalama yapamaz. Tohumların ekildiği toprağın yüzeyin altında kalan bölümünün iyice ufalanmış olması ve birbirine yapışmaması istenir. Bu, aracın ileri hareketi sırasında rotor hızının değiştirilmesiyle ayarlanır.

Değişik kültivatörler: Modern aygıtlarda, toprağa tohum ekme görevini de, traktörle çekilen döner kültivatörler üstlenir. Böylece çiftçinin, aynı yerden iki kez geçmesine gerek kalmaz. Kültivatörün üstünde yeralan tohum deposu, bıçakların hemen arkasında bulunan delikler yardımıyla, taze sürülmüş toprağa tohum eker. Zaman ve emek kazandıran bir başka gelişme de, tohum deposunun ikiye bölünmesiyle, bunların birinden tohumların, ikincisinden de gübrenin atılmasıdır.

Resimde (üstte) görülen makina, minimum kültivasyon sisteminin en güzel örneğidir. İtalyan yapısı olan ve «süperkültivatör» adı verilen bu araç, dev bir rotovatördür. Bir geçişte, eskiden kalma ekinlerin kalıntısını ufalarken, toprağı yeni ekine hazırlar. Tohumları ekebilir. Yalnızca 10 cm arayla ekilmesi gereken mısır gibi ekinleri bile eker ve kimyasal gübre serper. Bu sırada, toprağa, zararlı böcekleri öldüren ilaçları da karıştırır ve arkasındaki silindirlerle tohumların üstüne toprak örter. En arkasındaysa, zararlı otları öldüren ilaç bulunur.

Ekin köklerini temizlemek, karıkları hazırlamak gibi amaçlarla kullanılan, traktörle çekilen genel amaçlı kültivatör. (sağda üstte)



Fidanlık ve bahçelerde kullanılan elle yönetilen rotovatör. Aracın 4 zamanlı, 5 beygirgücünde, dört ileri-iki geri vitesli motoru, saatte 8 km hız sağlar.

Rotoru çubuklu kültivatör, standart rotorlu ve L biçiminde bıçaklı türlerin değişik bir modelidir. Bu tür (üstte), alışılmış rotordan daha az güç gerektirdiğinden, toprağın hem derin, hem de yüzeysel işlenmesine çok uygun bir modeldir. Saatte 6-8 km hızla ilerleyen araç, günde 175 dönümü işleyebilir.

Bir geçişte üç ayrı görevi yerine getiren bu aygıtların, tohum ve gübrenin toprağa gerekli biçimde yayılması için iyi değerlendirilmesi gerekir. Tersi, aynı anda birkaç görevin birden yerine getirilmesinden doğan üstünlüklerin ortadan kalkmasına neden olur. Bu yöntemle birleştirilen işlemlere «*minimum kültivasyon sistemi*» adı verilir.

Bu amaca yönelik İtalyan yapısı bir makina, 315 beygirgüçlük motorla çalışan ve traktör tarafından çekilen, dev bir rotovatördür. 3,6 metre genişliğinde olan bu araç, yedi görevi birden yerine getirebilir: Zararlı otları gömmek; tohum yatağını hazırlamak; böcek ilaçlarını serpmek; tohumu ekmek; gübrelemek; tohumların üstünü kapatıp sağlamlaştırmak; zararlı otları öldürme amacıyla ilaçlamak.

Normal olarak ayrı ayrı yapılan söz konusu işlemler, bu tür bir araçla yarım günde tamamlanabilir.

KÜTLE - ENERJİ EŞDEĞERLİLİĞİ

Einstein'ın 1905'te yayınladığı özel GÖRECELİK kuramının çok önemli sonuçlarından biri de, kütle - enerji eşdeğerliliğidir. Bunu matematiksel olarak belirtirsek, ünlü $E=mc^2$ formülü ortaya çıkar. Yani bir m kütlesindeki toplam enerji, bu kütle ile ışık hızının (c) karesinin çarpımından oluşur.

Einstein bu sonuca, gözlemcinin ışık kaynağına göre hızı ne olursa olsun, ışık hızının değişmez olduğu varsayımından yola çıkarak ulaşmıştır. Bu varsayım, günlük deneyimlere uymamasına karşılık, bilim adamlarının yürüttükleri birçok deneyle desteklenmiştir. Einstein'ın aynı derecede şaşırtıcı olan eşdeğerliliği de, çeşitli biçimlerde denenmiştir. Bunların en çarpıcı örneği, uranyum izotoplarının FİZYON'u yoluyla ortaya çıkan ATOM BOMBASI'dır.

Kütle-enerji eşdeğerliliğinin genellikle kabul edilmesine karşılık, enerjinin maddeden elde edilmesi, çok sayıda sorun doğurur. Güneş'te ya da HİDROJEN BOMBASI'nda, hidrojen atomlarının füzyonuyla helyum atomu oluşur. Dört hidrojen atomunun füzyonuyla oluşan helyum atomunun kütle farkı, enerji olarak açığa çıkar. Bu yöntem, fizyondan daha verimlidir. Buna karşılık iki kütle arasındaki fark, toplam kütleye oranlanırsa, füzyon olayında, sürece giren kütlelerin yalnızca % 0,7'sinin enerjiye dönüştüğü görülür.

Maddenin olabildiğince verimli biçimde enerjiye çevrilmesi, hem nükleer fizikçileri, hem de gök fizikçileri yakından ilgilendirir. Bunların önerdikleri başka ilgi çekici yöntemler de vardır. Sözgelimi, uzayda hiç bir şeyin, hattâ ışığın bile kaçıp kurtulamadığı yoğun maddeden oluşan *kara delik*lere bir madde dökülürse, tanecikler hızlandıkça ışınım salacaklarından kütlenin % 43'ü enerjiye dönüşebilir. Bu tür kara de

Resimdeki (üstte) enerji santralının 140 000 tonluk bir kömür deposu vardır. Normal olarak 260 000 megawatt saat elektrik enerjisi üretir. Bu kömür kütlesi enerjiye dönüştürülebilseydi, 4 milyar kez milyon Mwh (dünyanın 30 000 yıllık enerji gereksinimini karşılamaya yetecek bir miktar) enerji elde edilirdi.

liklerin varlığı kesin olarak bilinmemektedir; ama söz konusu varsayımı çürüten herhangi bir kuram da ortaya çıkarılmamıştır. Maddeyi % 100 enerjiye çevirmenin tek yolu, onu karşıt madde (anti-madde) ile bir araya getirerek yok etmektir.

Pozitron ya da anti-elektron biçiminde karşıt madde elde edilebilmektedir. Bunlar maddeyle bir araya gelince, gerçekten tümünün enerji biçimine dönüştüğü görülmüştür. Ancak, karşıt madde üretmek için aynı miktarda enerji tüketmek gerekir. Evrende bilinen herhangi bir karşıt madde kaynağı yoktur. Bu yüzden, madde ile karşıt maddeyi birleştirerek insanlığın bütün enerji gereksinimini karşılama düşüncesi, şimdilik bir düş olmaktan öteye geçememektedir.

KÜTLE TAYFÖLÇÜMÜ

XX. yüzyılın başlarında kütle tayfölçerinin geliştirilmesiyle, fizik ve kimya araştırmaları büyük hız kazanmıştır. Yeryüzündeki çeşitli kimyasal ELEMENT'ler, bilindiği gibi, PERYODİK ÇİZELGE'de yeralır. Bu çizelgede elementler, *atom ağırlıkları*na göre sıralanmıştır. Atom ağırlıklarının duyarlı biçimde ölçülebilmesini olanaklı kılansa, kütle tayfölçeri olmuştur. Bu ölçüm, bilinmeyen kimyasal maddelerin, özellikle izotopların saptanmasında ve çözümlenmesinde önemli rol oynamış ve peryodik çizelgedeki elementlerin ayrıntılı biçimde incelenmesini sağlamıştır.

Kütle tayfölçerleri: Kütle tayfölçümü, atom ya da moleküllerin, dar bir demet halinde bir kuvvet alanına gönderilmesiyle sağlanır. Bu alanın etkisiyle elementler, ağırlıklarına göre farklı sapmalara uğrarlar. Atom ya da moleküller elektrikle yüklüyse, demeti yönlendirmek için elektrik ya da magnetik alan kullanılır. Demete etkiyen kuvvetler tam olarak biliniyorsa, her taneciğin aldığı yol (buradan da kütlesi), çok duyarlı olarak saptanabilir. İlk yapılan tayfölçerde, sapmaya uğramış demetin önüne bir fotoğraf plakası yerleştiriliyordu. Değişik kütleli tanecikler, plakanın değişik yerlerine çarptıklarından, plaka üstünde bunları gösteren kararma çizgileri oluşuyordu. Çizgilerin koyuluğu, demetteki taneciklerin görece niceliklerini gösteriyordu. Bu biçimde fotoğraf çekerek tayfölçümü yapan aygıtlara, ***kütle tayfçekeri*** (kütle spektrografı) denir.

Ölçüm yapılacak örneğin molekülleri ya da atomları, yoğun bir elektron yükü boşalmasına uğratılarak iyonlaştırılırlar. Geriye, artı yüklü iyonlar kalır. Örneğin iyonlaştırılmasında, başka yöntemlere de başvurulur. İyonlaşmış taneciklerin serbestçe hareket etmesini sağlamak için, aygıtın ölçme odasındaki hava molekülleri, vakum pompasıyla boşaltılır. Odanın basıncı, atmosfer basıncının 100 milyonda birine düşürülür. Böyle bir ortamda, bir taneciğin başka bir ta-

necikle çarpışabilmesi için, ortalama 5 metre yol alması gerekir. Oysa, iyonlaştırıcı ile fotoğraf plakası arasındaki uzaklık 0,5 metre kadardır.

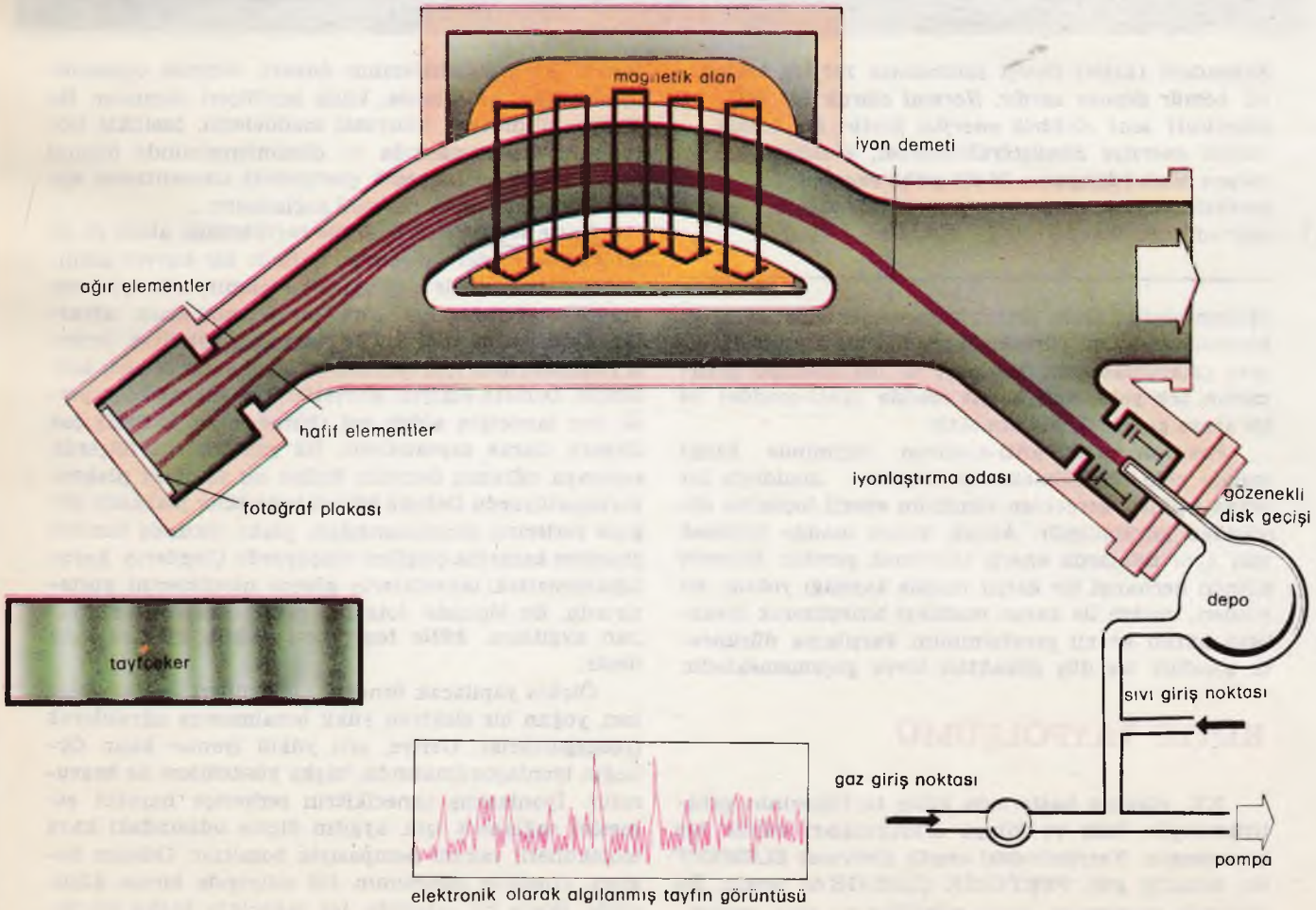
Modern kütle tayfölçerlerinde saptırıcı olarak kuvvetli elektromıknatıslar (Bk. ELEKTROMAGNETİZMA), fotoğraf plakası yerine de *elektron çoğaltıcılar* (elektron mültiplikatörleri) kullanılır. Bir elektron çoğaltıcı, üstüne düşen sinyali bir milyon kez kuvvetlendirebilir. Ölçüm ve çözümleme sonuçları, elektronik aygıtlarla verilir. Sisteme bilgisayarların bağlanmasıyla da, otomatik denetleme ve verilerin ölçeklendirilmesi sağlanır. Bununla birlikte, kıvılcımla iyonlaştırma yapan aygıtlarda, fotoğraf plakaları hâlâ kullanılmaktadır. Bazı maddeler, özellikle metaller ve SERAMİK MALZEMELER, yalnızca bu yolla çözümlenebilir. Kıvılcım kesikli iyon akımı sağlayabildiğinden, rasgele değişiklikleri önlemek için, uzun poz süreleri kullanılarak, olumsuz sapmalar yumuşatılır.

Başka bir tür çözümleyicide de demetteki çeşitli iyonları ayırmak için radyo sinyali kullanılır. Bu aygıtlarda, yalnızca uygulanan sinyalle aynı frekansta titreşebilen belli kütledeki iyonlar, elektrotlar arasında titreşerek bulucudan geçebilirler. Bu kütleden daha ağır ya da hafif olanlar, daha hızlı ya da yavaş hareket edeceklerinden, çeperlere çarpıp soğurulurlar. Bu çözümleyiciye «*dört kutuplu*» denir; çünkü, radyo frekansını yayan elektrotlar, 4 çubuk halindedir. Çözümleyiciden geçmesi istenen kütle, uygun frekans seçilerek saptanabilir. Geçirilen kütle, frekansla ters orantılıdır.

Kullanım alanları: Aygıt ilk zamanlar, peryodik çizelgedeki sapmaların nedenini incelemede kullanılmış ve en hafif element olan hidrojenin kütlesi 1 000 olarak seçilmiştir. Buna göre, elementlerin atom ağırlıklarının, hidrojeninkiyle tam sayılı bağıntılar içinde olması gerekirdi. Oysa, atom ağırlıkları klasik yollarla ölçüldüğünde değişik sonuçlar elde edilmiştir. Sözgelimi, klorun atom ağırlığı, yaklaşık 35,5 olarak bulunmuştur. Bu sorun, kütle tayfölçümüyle çözülmüş, klorun kütle tayfçekiminde, atom ağırlığı 35 ve 37 olan iki çizgi gözlenmiştir. Böylece, doğal klorun, aynı kimyasal özellikleri gösteren, ama kütleleri farklı olan iki

---

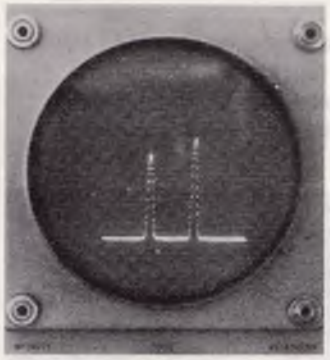
Çözümlenecek maddeler iyonlaştırılarak, artı yüklü moleküller bir elektrik alan boyunca hızlandırılır. İyon demetine etki eden mağnetik alan, molekülleri, ağırlıklarına göre değişik oranlarda saptırır. Böylece dallanan iyon demeti, ya ekrandaki fotoğraf plakasına çarpar ya da bunun yerine yerleştirilmiş elektronik çözümleyiciye girer.



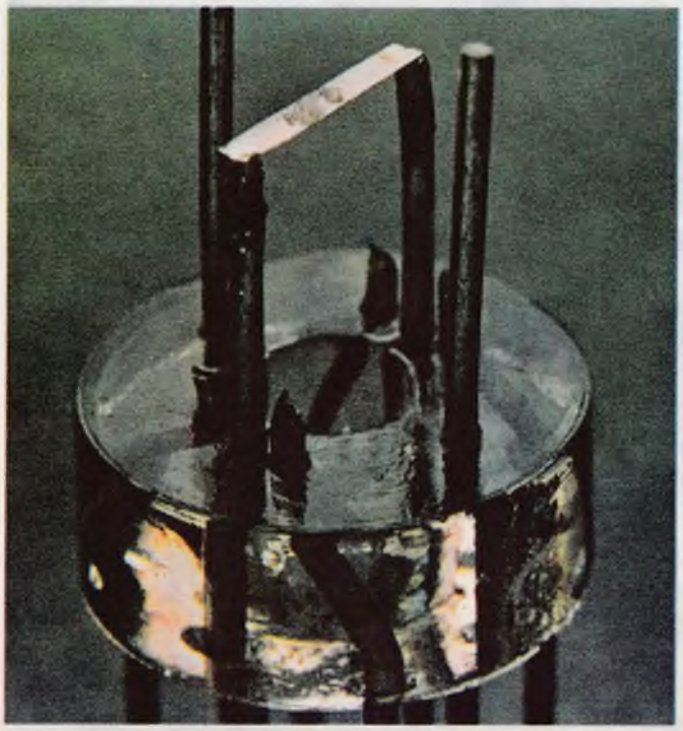
izotoptan oluştuğu bulunmuştur. Günümüzde, doğal klorun, % 75,4'ünün atom ağırlığı 35 olan, % 24,6'sının da atom ağırlığı 37 olan iki izotoptan oluştuğu bilinmektedir. Klasik yolla bulunan 35,5 değeri, bu ikisinin ortalamasıdır.

Öteki elementlerin izotopları da, aynı biçimde, kütle tayfölçeriyle saptanmıştır. Bu yöntemle çok duyarlı olarak belirlenen atom ağırlıkları, kuramsal değerlerden biraz farklıdır. Bu durum, atomun yapısındaki bağ enerjisinden kaynaklanır. Ömürleri çok kısa olan radyoaktif izotopların varlıkları da, kütle tayfölçeri sonuçlarına göre saptanmıştır. Ayrıca, izotopları kütle tayfölçerinin çıkışında toplayarak, çok arı izotoplar elde edilebilir. Bu yolla elde edilen madde miktarı, milyonda bir gramdan daha azdır; ama yöntem, başka biçimde arılaştırılması olanaksız izotoplarda büyük önem taşır.

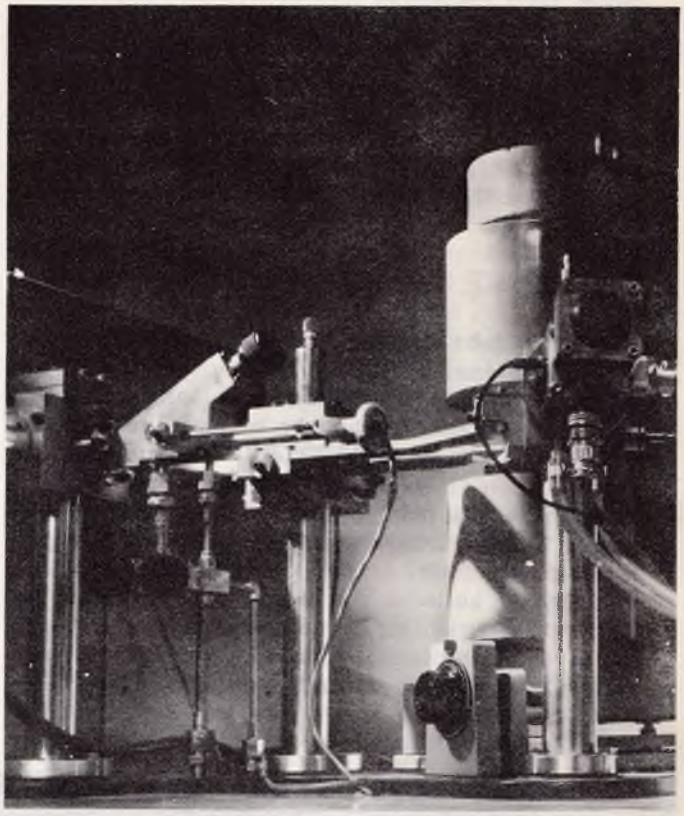
Kütle tayfölçerinin bir başka üstünlüğü de, çok küçük miktarlardaki maddeleri çözümleyebilmesidir.



Bir kütle tayfölçerinin çıkış görüntüsü. (solda) Görülen iki tepe, rubidyum-85 (solda) ve rubidyum-87'dir (sağda). Tepe yükseklikleri, çözümlenen örnekteki görece izotop oranlarını yansıtır.



Kütle tayfölçerinin iyonlaştırıcı filamanı.(altta) İncelenecek madde, filamanın ortasına konur.



Üstteki resimde görülen gaz kromatografının (resmin solunda) çıkışı, bir kütle tayfölçeriyle çözümlenebilir. İyonlaştırıcı (resmin ortasında), bulucu (resmin sağında) ve elektromıknatısın silindir biçimli kutupları görülmektedir.

Günümüzde, insanların oluşturabildikleri en yüksek vakumda kalabilen artık moleküllerin ölçülmesi ve saptanması bile, bu yöntemle olanaklıdır. Başka bir kullanım alanı da, bir *gaz kromatografı*ndan (Bk. KROMATOGRAFİ) gelen moleküllerin saptanmasıdır. Sözgelimi, bir vakum sistemi denenmek istendiğinde, sistemin kuşkulanılan bölümüne helyum gazı püskürtülür. Sisteme bağlanan helyuma ayarlı kütle tayfölçeri, deliğin yerini ve boyutlarını, tayfölçere ulaşan miktarlara göre saptayabilir. Bu yöntemle, hidrolik sistemler ya da gaz odaları gibi sızdırmaz birimler de sınanabilir. İnsanlı uzay araçlarınınsa, bu tür denemelerden geçirilmesi zorunludur. Son uzay uçuşlarında, kabin,atmosferine girebilecek en ufak yabancı maddelerin bile saptanması için, bu tür bir aygıtla sürekli denetim altında tutulmaktadır.

Tıpta kullanılan bir kütle tayfölçeri, hastanın soluğunun çözümlemesini yapar. Anestezi uzmanları, uzun ameliyatlar sırasında hastanın durumunu, böyle bir yöntemle denetlerler.

Organik kimyada, karmaşık bir molekülün iyonlaştırılması ve çözümlenmesi, maddenin tanınmasını sağlar. Kaydedilen en büyük kütle, *molekül ağırlığı* konu-

sunda, öteki parçalarsa molekülün temel yapı taşları konusunda bilgi verir. Karmaşık organik karışımlar olan parfümlerle uğraşan kimyacılar, çok sayıda doğal ürünü bu yolla çözümlerler. Az miktarlarda bile zararlı olabilen ilaçların etkilerinin denetlenmesinde de bu tekniğe başvurulur. Arkeolojide, kalıntılardan alınan küçük parçaların kütle tayfölçeriyle incelenmesi, tarihlerinin belirlenmesi bakımından önemlidir.

KÜTLE VE AĞIRLIK

Kütle (daha doğrusu *eylemsizlik kütlesi*), bütün maddelerin temel özelliğidir. Kütle, bir cismin, bir kuvvet tarafından ivmelendirilmeye karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanabilir ve bu direncin bir ölçüsüdür (Bk. ALAN VE KUVVETLER). Sözgelimi, bir top mermisi ve bir futbol topu aynı hızla atılmak istenirse, mermiye çok daha büyük bir kuvvet uygulamak gerekir. Bu olgu, Dünya'da olduğu kadar, Ay'da ya da uzayda da geçerlidir.

Ağırlık, kütleden çok daha kolay anlaşılan bir kavramdır. Ağırlık, bir cisme, yerçekiminin uygulandığı kuvvet olarak tanımlanır. Bu kuvvetin değeri Newton'un ikinci hareket yasasıyla bulunabilir (Bk. NEWTON YASALARI). Bu yasaya göre, bir cisme etki eden kuvvet, cismin kütlesi ile bu kuvvetin oluşturduğu ivmenin çarpımıyla hesaplanabilir. Bir çekim alanı içindeki cismin ağırlığı, cismin kütlesi ile yerçekiminin neden olduğu ivmenin çarpımına eşittir. Yeryüzünde yerçekimi ivmesi (*g*'yle gösterilir) saniyede 9,81 metre/saniyedir. Yani, düşen bir cismin hızı, her saniyede 9,81 m/sn kadar artar. Ay'da kütle çekim ivmesi, Dünya'dakinin altıda biri kadar olduğundan bir cismin Ay'daki ağırlığı, Dünya'dakinin altıda biri kadardır. Ağırlık, yerçekiminin bir cisme uyguladığı kuvvet olduğuna göre, o cismi kaldırmak için gerekli kuvvetin de, ağırlığa eşit olması gerekir.

Ağırlıksızlık: Ağırlıksız cisim olabilir. Sözgelimi, serbestçe düşen bir asansörde bulunan kişi ağırlıksızdır. Kendisi ile asansör tabanı arasında hiç bir kuvvet hissetmez; çünkü hem asansör tabanı, hem de adam, aynı oranda ivme kazanarak inmektedir. Bu biçimde elde edilen ağırlıksızlık durumu, çok kısa olur. Çünkü, 120 m'den düşen bir kişi, 5 saniyede yere ulaşır.

Eğitim sırasında astronotların, parabol biçimli bir

Parabol biçimli bir yörüngede uçan bir uçakta, kısa bir süre için ağırlıksız ortam oluşturulabilir. (altta) 1974 başlarında üç Skylab astronotu, ağırlıksız bir ortamda 84 gün geçirmiş ve hiç bir olumsuz etkiye uğramamışlardır.

yörüngede (uzağa fırlatılan bir taşın izlediği yol) uçan bir uçak içinde, birkaç dakika ağırlıksız kalmaları sağlanır. Pilot, uçağa (ve astronotlara) parabol biçimli bir yörünge izletir. Uçağın yükselmesi sırasında ivme —9,81 m/sn² kadardır. En üst noktada hız aşağı yukarı sıfır olunca, uçak, tıpkı asansörde olduğu gibi, yere doğru serbest düşmeye bırakılır. Düşme sırasında astronotlar ağırlıksız kalıp bu duyguya alışırlar.

Dünya çevresindeki yörüngelerde dönen astronotlar da ağırlıksızdır. Çünkü uzay araçlarının Dünya çevresindeki yörüngelerinde dönmelerinden ötürü ortaya çıkan merkezkaç kuvvet ile, onları Dünya'ya doğru çeken yerçekimi kuvveti birbirini dengeler. Ayrıca, büyük kütleli cisimlerden çok uzakta bulunan bazı uzay noktalarında da, ağırlıksızlık egemendir. Söz konusu noktalar, gökcisimlerine çok uzak olduklarından, buralara etkiyen kütle çekimi yok denecek kadar azdır.

Kütle ve ağırlık birimleri: Kütle, maddenin temel özelliğidir (Bk. BOYUTLAR VE BOYUT ANALİZİ) Başka bir deyişle kütle, bir temel birimdir ve başka birimlere indirgenemez. Kütle birimlerinin başlıcalar gram, kilogram, ton, libre, vb.'dir. Metrik sistemde kütle birimi olarak tanımlanan Uluslararası Prototip Kilogram, Sevr'de (Paris) Uluslararası Ağırlıklar ve Ölçüler Bürosu'nda saklanan, iridyum -platin alaşımından yapılmış bir kütledir.

Kuvvet, kütle ile ivmenin çarpımına eşit olduğundan, kuvvetin (dolayısıyle de ağırlığın) boyutları [kütle] × [ivme] den, $[M]\ [L]\ [T^{-2}]$ biçiminde yazılabilir. Burada, M kütle, L uzunluk, T de zaman boyutunu göstermektedir. *MKS* (metre-kilogram-saniye) sisteminde, bir kilogramlık bir kütleyi saniyede 1 m/sn hızla ivmelendiren kuvvet 1 Newton olarak tanımlanmıştır. Yani, 1 Newton 1 kg m/sn²'dir.

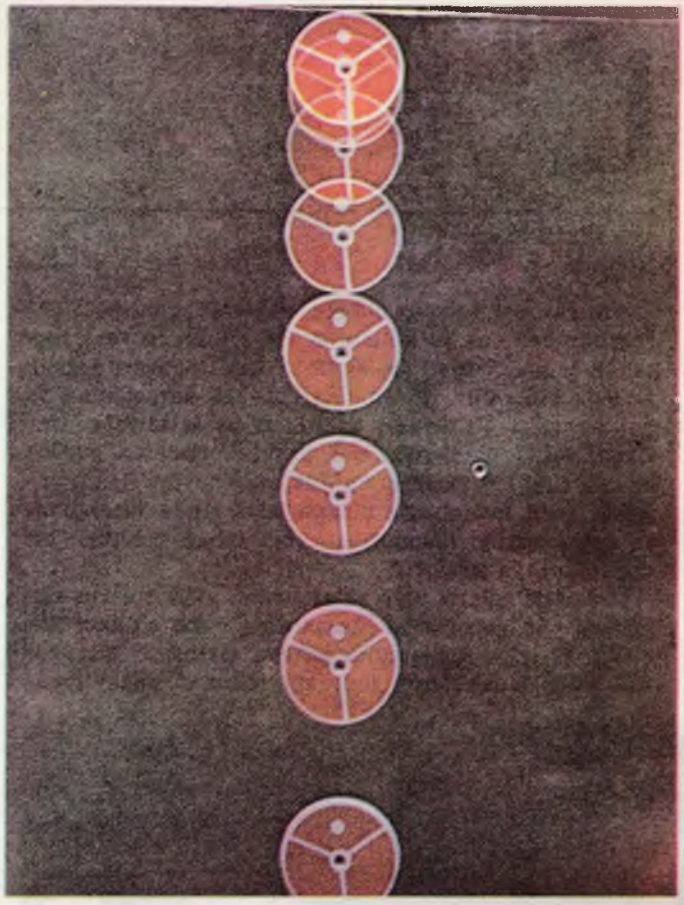
Uygulamada, yeryüzündeki bütün kütleler, değişmez sayılabilen g yerçekimi alanı içinde olduklarından, kütle yerine ağırlıktan söz edilir ve «kilogram ağırlık» kullanılır. 1 kg ağırlık, yaklaşık 9,81 Newton'dur. $g = 9{,}81\ m/sn^2$, Newton da 1 kg kütleye 1 m/sn²'lik ivme kazandıran kuvvet olduğuna göre, 1 kg ağırlık = 9,81 Newton olur. Gerçekte, yeryüzünün çeşitli yerlerinde g değiştiğinden, kg ağırlık da, ölçüldüğü yere göre değişir.

Teraziler: Yaylı kantar, yayın gerilme kuvveti ile cisme etkiyen yerçekimi kuvvetini dengeleyerek *ağırlık* ölçer. Bu nedenle, yerçekimi değiştikçe, ölçümün değişik sonuçlar vermesi doğaldır.

Oysa kollu teraziler kütleleri ölçerler. Yani, kefelerden birindeki cisme etki eden yerçekimi kuvveti, ikinci koldaki standart kütlelere (buna yanlış olarak «ağırlık» denir) etki eden çekime eşit olunca, terazi dengelenir. Terazinin iki kefesi de aynı yerçekimi ivmesinin etkisinde bulunacağından, kefelerdeki kütlelerin de eşit olması gerekir. Bu ölçümde g'nin değerinin (sıfır olmamak koşuluyla) ne olduğu önemli değildir.

Eylemsizlik kütlesi ve çekimsel kütle: Yerçekimi ivmesi, kütleleri ne olursa olsun bütün cisimler için aynıdır. Bu ilke, *çekimsel kütle* ile *eylemsizlik kütlesinin eşitliği* olarak da tanımlanır. Bu konudaki ilk deneyi Galilei yapmış, değişik kütleli topların Pisa kulesinden aşağıya atılmasıyla yapılan bu deney, iki topun da aynı anda toprağa ulaşmasıyla sonuçlanmıştır. Günümüzde, çekimsel kütle ile eylemsizlik kütlesi tanımlarının, yüz milyarda birden daha iyi bir yaklaşıklıkla birbirine eşit olduğu bilinmektedir. EİNSTEİN bu eşitliği, genel GÖRECELİK kuramının dayanak noktası yapmış ve yerçekimi kuramını ortaya çıkarmada kullanmıştır.

Bu eşitliğin, geleceğin uzay istasyonlarında yararlı kılınması düşünülmektedir. İstasyon kendi ekseni çevresinde yavaş yavaş döndürülerek, istasyon dışına doğru yönelen ve dönme ekseninde sıfır olan bir çekim alanı yaratılabilir.



Resimde (üstte) düşey bir hava perdesi boyunca düşen bir diskin stroboskopla çekilmiş fotoğrafı görülmektedir. Düzenli aralıklarla çekilen fotoğraflar, yerçekimi etkisinde cismin hızlanışını sergilemektedir.

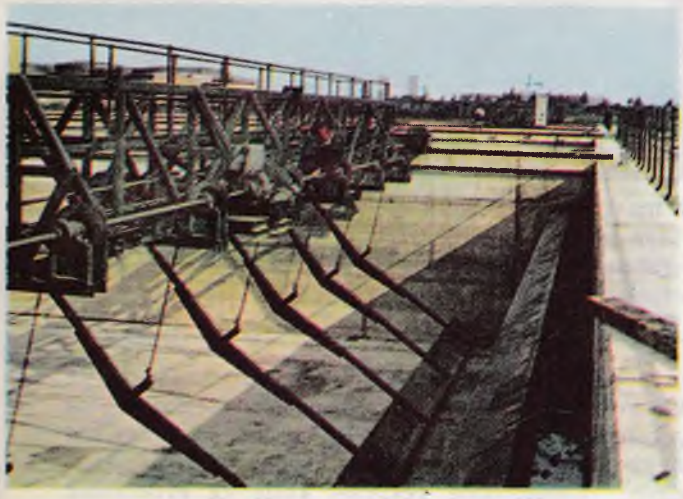
KÜTLE VE AĞIRLIK MERKEZİ Bk. STATİK VE HİDROSTATİK

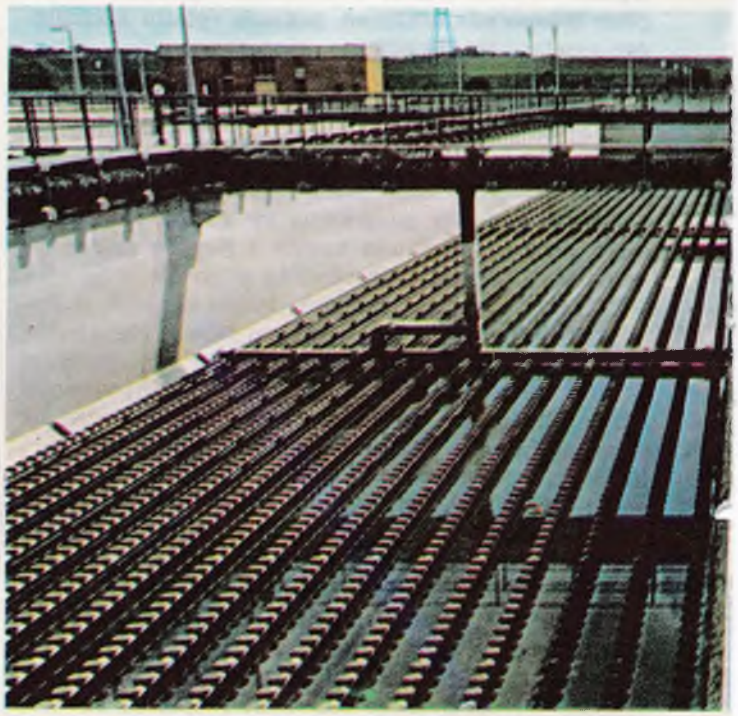
LAĞIM SULARININ TEMİZLENMESİ

Suyun bol ve ucuz olduğu ülkelerde, genellikle gereksinimden çok su kullanılır. Su, içilmenin yanı sıra çeşitli temizlik işleri ile endüstri gibi binlerce değişik amaçla kullanılır ve sonunda, pis su borusundan ya da herhangi bir uygun kanaldan aşağı akıtılır. Endüstrileşmiş ülkelerde, kişi başına ortalama günlük su tüketimi 225 litredir. Bu miktarda suyun, içinde taşıdığı artık maddelerle birlikte akarsulara bırakılması, çevre sağlığı bakımından son derece tehlikeli bir durum ortaya çıkarır.

«Lağım suları» diye adlandırılan artık suların arıtılması için çalışmalar yapmanın gerekli olduğu, Endüstri Devrimi döneminde ortaya çıkmıştır. Söz konusu dönemden önce, toprakta bulunan doğal organizmaların, kirli maddeyi yok etme ya da dengeleme gücünden yararlanılmıştır. Sözgelimi, genellikle kompleks biçiminde bağlı bulunan hayvansal kaynaklı organik madde, azot içerir. Ama toprak organizmaları, bileşikleri ayrıştırarak azotu kendi içine alır. Bu nedenle, lağım sularının tarlaya akıtılmasıyla, suyun belli bir ölçüde temizlenmesi sağlanabilir. Ne var ki, toprağın sürekli gübrelenmesi, çevrimin bir parçası olarak uygun ürünler yetiştirilmezse, doğanın toprak dengesini bozar. Kaba bir hesapla, günlük işleme konacak her 5 milyon litre lağım suyu (200 000 kişi dolayındaki topluluğun artık suları) için, en az 40 hektar tarla gerekir.

Çökeltme: Lağım sularına az miktarda demir ve alüminyum tuzu katılıp ardından *pH* değerini yükseltmek için kireç karışımı eklenmesiyle, *kimyasal çökelt-*





İlk tortu deposu. (solda üstte). Resimde, yürür köprüden indirilip, depodan lağım suları boşaltıldıktan sonra, tabandaki tortuyu kazımak için çekilen kürekler görülmektedir.

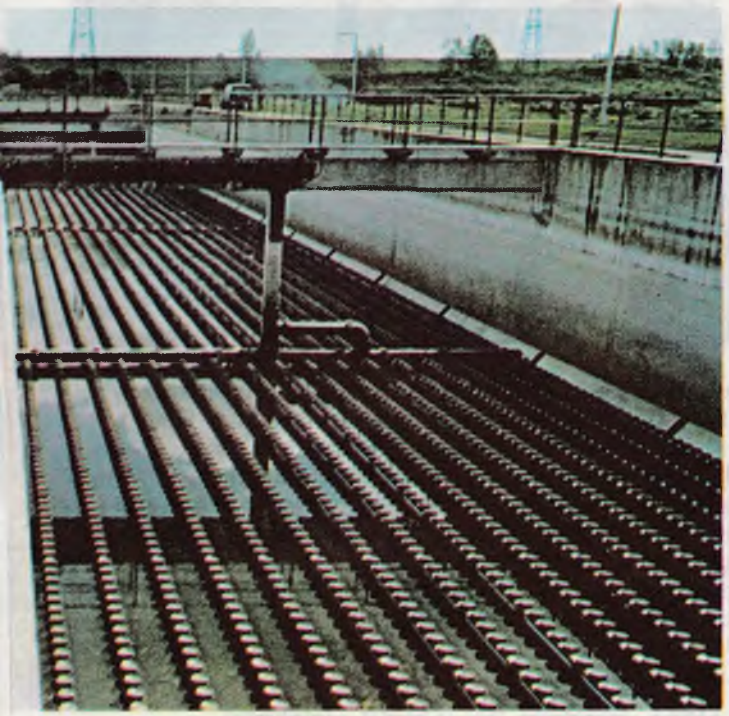
Bir biyolojik filtre. (solda altta) Lağım suyu, gözenekli malzeme üstüne döner fıskiyeyle püskürtülür ve malzemenin içindeki organizma kolonileri, lağım suyundaki pislikleri, filtreden aşağı doğru akarken yükseltger.

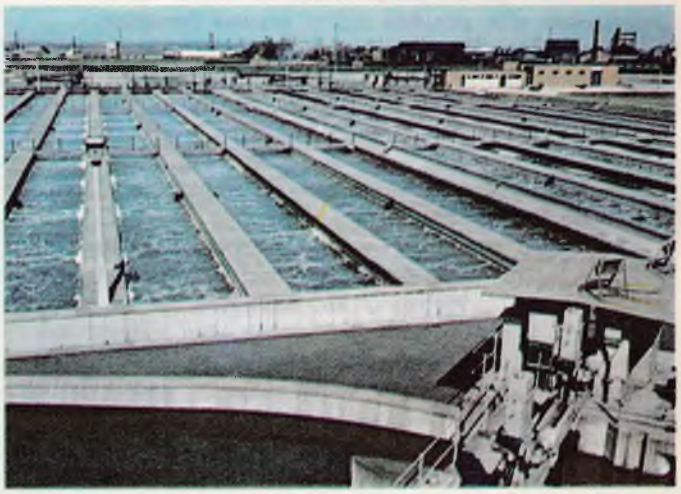
me yapılabilir. *pH* değeri, asitlik derecesidir. Nötr bir çözelti, 7 *pH* değerindedir. Asitlerin *pH* değeri 0-7 arasında, bazlarınkiyse 7-14 arasındadır. Bu işlem, kullanılan metalin hidroksidinin çökelmesine neden olur ve işlem gören lağım suları daha sonra büyük tanklardan geçirildiğinde, çökelti, artık maddelerin önemli bir bölümünü de birlikte alarak tankın dibine oturur. Böylece sıvı, tarlaya verilmeye uygun hale gelir. Ama tanklarda, bir iki günlük aralarla boşaltılması gereken, pis kokulu büyük balçık kütleleri bırakır.

Bu alanda en önemli gelişme, *biyolojik filtre*lerdir. Biyolojik filtre, az eğimli bir tabanı olan, 1,5-1,8 metre derinlikte bir havuzdan oluşur. Havuz, geniş yüzey alanı sağlayan dayanıklı ve gözenekli bir maddeyle doldurulur (klinker, kok kömürü ve maden ocağı cürufu, bu iş için en uygun malzemelerdir). Lağım suları bu ortama eşit olarak püskürtüldüğünde, yüzeyde, artık maddeleri yükseltgeyerek dengeli maddelere dönüştüren biyolojik organizmalar oluşur. Sözgelimi, karbonlu maddeler, karbon dioksit biçiminde, azot da önce nitrit, sonra nitrat biçiminde yükseltgenir. Önemli olan, organizmaların içinde yaşayabilecekleri ve üreyebilecekleri bir ortam yaratmaktır. Bu tür bir ortam bir kez oluşturulunca, fiziksel bozulmaya uğramadıkça ya da dış etmenlerden zarar görmedikçe, sonsuza kadar işlevini sürdürür.

Etkinleştirilmiş çamur: Lağım sularının temizlenmesinde, 1916 yılında Ardern ve Lockett tarafından bulunan «*etkinleştirilmiş çamur işlemi*»yle yeni bir ilerleme sağlandı. Bu uygulamada, lağım suları, üstünde biyolojik arıtma yapan organizmaların yaşadığı pıhtılaştırılmış madde olan etkinleştirilmiş çamurla karıştırılır. Karışım, ya ince püskürtücülerden hava verilerek ya da atmosferden hava alan rotorlar kullanılarak, mekanik yolla, özel olarak hazırlanmış depolardan geçirilir. Lağım suları ile organizmalar, pisliklerin biyolojik yolla yükseltgenerek dengelendiği 9-10 saatlik bir süre boyunca, bir arada tutulur. Etkinleştirilmiş çamur, depolarda çökelmeye bırakılır; temiz sıvı da akarsulara verilir.

Lağım suyu, yalnızca artık maddelerden değil, lavabolardan, tuvaletlerden, banyolardan, mutfaklardan ve birçok endüstri işleminden kaynaklanan ince tortu ve katı maddeler içeren koloitlerden oluşur. Pislik için taşıyıcı görevi yapan su, herhangi bir değişmeye uğramaz. Dolayısıyle, kuramsal olarak, kirli maddeyi gidermek ve suyu baştaki temiz durumuna döndür-

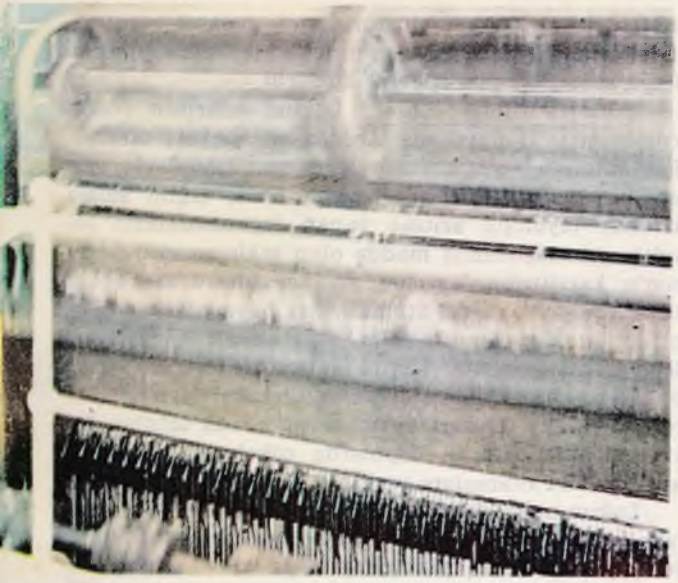




Havalandırma deposu tabanında, lağım suyu ve etkinleştirilmiş çamur karışımı içine hava üfleyen karıştırma kubbeleri. (üstte)

Havalandırma deposu kullanılırken. (sağda üstte) Lağım suyu yüzeyindeki hareketin nedeni, karıştırma kubbelerinden çıkan havadır.

Yuvarlak son tortu deposunun tabanını temizlemek için kullanılan döner kürekler. (sağda altta)



Katı maddeleri lağım suyundan ayıran ızgaralar. Resimde (üstte), ayıklama tarağını temizleyen döner bir fırça da görülmektedir. Katı maddeler, yakıldıktan ya da parçalandıktan sonra, işlem görmeleri için yeniden lağım suyuna verilirler.

Bir değişmez hız kanalının katı parça toplama tavası. (sağda)

mek olanaklıdır. Uygulamadaysa, genellikle % 90'ın üstünde arıtma sağlanır.

Modern işlemler: Örnek bir modern arıtma işleminde lağım suyu, önce *ızgara*dan geçirilir. Burada büyük katı maddeler ayrılır, yakılarak ya da yumuşatılarak lağım suyuna geri verilir. Bir sonraki aşama, lağım suyunu, parabol enkesitli değişmez hız kanallarından geçirmektir. Kanallarda katı cisimlerin dibe çökmesi sağlanır. Böylece pompalara ve öteki donanımlara zarar verebilecek cisimler ayrılır.

Daha sonra lağım suları tortu depolarına geçirilir ve ince tortunun dibe çökmesi sağlanır. Depolar, günde iki kez boşaltılır ve tortu, önce biraz koyulaştırıldığı pekiştirme depolarına, sonra da mekanik kurutma tesisine pompalanır. Burada, kimyasal maddelerle karıştırılarak, gübre olarak kullanılacak yarı kurutulmuş kalıplar haline getirilir. Bir başka yol da, pekiştirilmiş balçığın, organizmaların bazı yağlı ve organik maddeleri parçaladığı büyük kazanlarda ısıtılarak, *anaerobik* (serbest oksijenden yoksun) pişirme işleminden geçirilmesidir. Böylece balçık, yapısını değiştirerek zararsızlaşır ve tarlaya gübre olarak atılmaya hazır olur. Bu işlemin bir yan ürünü, ısıtma ve güç üretme amacıyla kullanılan, metan bakımından zengin bir gazdır.

Lağım suları hem biyolojik filtre, hem de etkinleştirilmiş çamur işlemi sırasında, depolardan geçerken biyolojik yükseltgenmeye uğrarlar. Her iki durumda da çözelti içindeki pislik, yükseltgenerek dengeli hale gelir ve çöktürme depolarından geçirilerek alınır. Lağım sularını ayrıştıran organizmaları taşıyan bu tortu, biyolojik işlevini sürdürmesi için sisteme geri verilir. Bu aşamada sıvı, genellikle akarsulara boşaltılmaya uygundur. Ancak, çok yüksek standartlara uyulması gereken yerlerde, daha ileri bir işlemden geçirilir. Sıvı, içindeki son artık maddelerin de giderilmesi için, ya kum filtrelerden ya da gözenekleri 23 mikron kadar olan mikrofiltrelerden geçirilir.

LAMBA (elektrik) Bk. AMPUL (elektrik)

LAMBA (petrol)

En eski lambalar İ.Ö. 20 000 yıllarından kalmadır. Bunlar, içine bitkisel ya da hayvansal yağ konan kumtaşı kaplardan ve kabın kenarından sarkan fitillerden oluşurlar.

Petrol lambasının çalışması, fitil ilkesine daya-

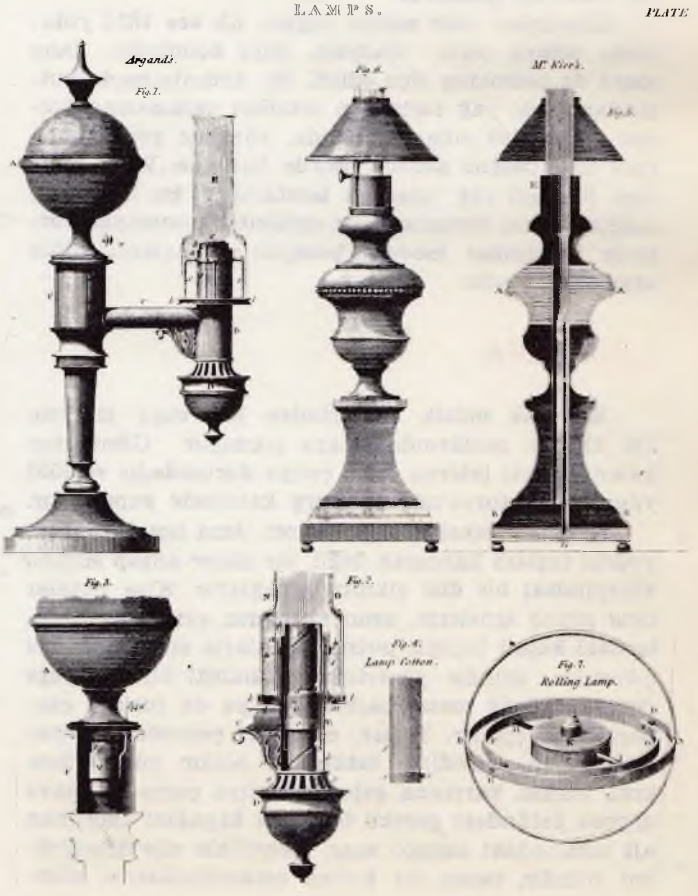
nır. Fitil, dolma kalemin kağıda mürekkep akıtması gibi, petrolü, kılcal etki yoluyla yukarı çeker. Alevin sürekli oksijen alması gerekir. Bu nedenle, fitil dışarı çıkarılarak, alevin iyi hava alabileceği bir konumda tutulur. Eski lambaların fitillerinin, kurutulup bükülmüş bitki liflerinden yapıldığı sanılmaktadır. Lambanın yağıysa, hayvansal ya da bitkisel kaynaklardan sağlanmıştır (balina yağı da kullanılmıştır). Babil'de ve İran'daysa petrol kullanılmış olduğu düşünülebilir.

Bazı eski lambalarda, fitil için açılmış özel bir oluk bulunurdu. Eski Yunanlılar ve Romalılar zamanında bu oluk, meme haline getirildi. Eski çağlarda, lambalardaki tek teknolojik gelişme, fitil memesine konan küçük bir delik oldu. Bu delik yoluyla fitile giden hava miktarı ayarlanarak, duman ve is yapmadan en yüksek alev sağlanabiliyordu. Tek bir fitilin sağladığı alev küçük olduğundan, fitil sayısı 12'yi bulan lambalar yapılmıştı.

Eski Yunanistan'da ve Roma'da, çeşitli süslemelerle bezenmiş lambalar da kullanıldı. Bronzdan yapılmış örnekler, ağaç, insan ve hayvan biçimli kabartmalarla süslenirdi. Zengin Romalıların mezarları üstünde, tütsülü lamba yakılırdı. Daha ucuz lambalarsa, pişmiş topraktan yapılırdı. Zamanla lambalara, taşınabilmeleri için halkalar ve saplar, asılabilmeleri için de zincirler takıldı. İ.S. 1 000 yıllarında, İslâm ülkelerinde kullanılan cam kaplarda, yüzen fitil bulunurdu. Asılan lambalar metalden yapılarak, alevlerini yukarı vermeleri sağlanırdı. Bunlar, dolaylı aydınlatmanın ilk örneklerini oluşturdular.

Bir maskeyle süslenmiş toprak lamba. (üstte) British Museum'da bulunan bu Roma lambası, İ.S. I. yüzyılın sonlarından kalmadır.

1814'ten sonra petrol lambasındaki gelişmeleri gösteren örnekler. (altta) Resmin sol üst köşesindeki lamba, Argand lambasıdır. Resmin alt bölümünde, lambanın ayrıntıları görülmektedir.



Kamplarda kullanılan modern petrol lambaları. (altta) Soldan sağa: İngiliz Tilley ve Amerikalı Coleman'ın pompalı lambaları (bunlarda buharlaşmış gazyağı yakılır); alüminyum lamba.

LATERNA

Ortaçağ'da ekonomik gelişme yavaş olduğundan, gelişmiş lambalara yalnızca zengin evlerinde raslanıyordu. Kandil kullanımı çok daha yaygındı. Rönesans'ta, klasik lamba tipi yeniden canlandırıldı. Leonardo da VİNCİ, su dolu bir kap içinde yeralan bir cam silindir içine konmuş yeni bir lamba çizdi. Amacı, ışığı yayarak, lambayı daha kullanışlı bir duruma getirmekti.

XVIII. yüzyılın başlarında, evlerin aydınlatılmasında lamba kullanımı yeniden yaygınlaştı. Ayrıca, fenerler de kullanılmaya başlandı. Eski fenerler, yuvarlak cam takılı metal levhalardan yapılıyordu. Bazı lambaların, kum dolu ağır tabanları vardı. Bazıları da saat gibi kullanılırdı. Bir cam tüp içindeki yağ düzeyinin düşmesinden, zaman okunurdu.

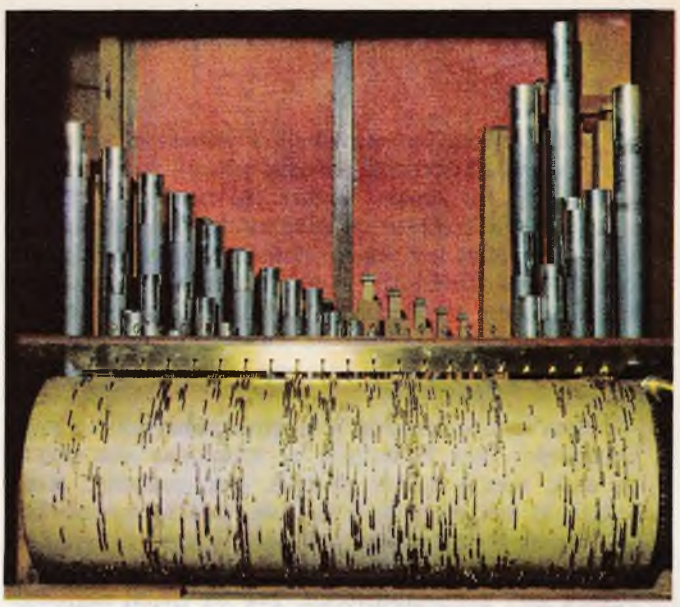
XVIII. yüzyılın sonunda Endüstri Devrimi'nin başlaması, daha iyi ve daha etkili aydınlatmaya duyulan gereksinimi artırdı. Lambalarda önemli gelişmeler sağlanmaya başlandı ve bir süre sonra, GAZLA AYDINLATMA'da kullanılan *bek*ler ortaya çıktı. Bunların en önemlisi Pierre Amié Argand (1750-1803) tarafından yapılan lambaydı. Bu lamba, yuvarlak bir bek, yuvarlak bir fitil ve fitile gelen havaya yön veren bir cam bacadan oluşuyordu. Fitiller de geliştirildi ve pamuk fitillerin yerini, düz ya da yuvarlak örme fitiller aldı. Benjamin FRANKLİN'in birçok buluşundan biri de, birbirlerinin yakınına yerleştirilmiş iki küçük fitille, iki ayrı yağ lambasından daha çok ışık veren bir lambaydı.

Kömürden elde edilen yağlar, ilk kez 1850 yıllarında ortaya çıktı. Gazyağı, önce kömürden, daha sonra da petrolden elde edildi. Bu, aydınlatmada kullanılan öteki yağ türlerinin ortadan kalkmasına yolaçtı. 1860-1880 yılları arasında, yüzlerce yeni lamba türü için patent alındı. 1868'de bulunan Wells lambası, basınçlı yağ veren ilk lamba oldu. Bu lambanın çalışma ilkesi, kamplarda ve elektrik bulunmayan yerlerde kullanılan modern pompalı lambalarda, hâlâ uygulanmaktadır.

LATERNA

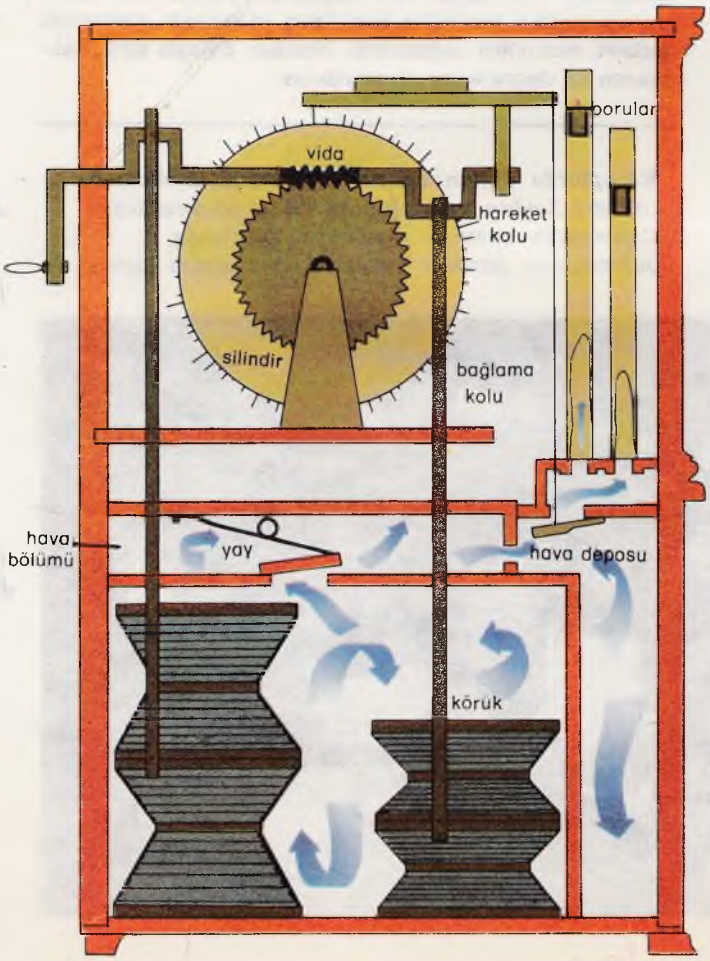
Mekanik müzik aletlerinden biri olan laterna, İ.S. IX. yy. sonlarında ortaya çıkmıştır. Günümüze kalan en eski laterna, hâlâ çalışır durumdadır ve 1502 yılında Avusturya'nın Salzburg kalesinde yapılmıştır.

Laterna, temelde orga benzer. Ama notalar, klavyedeki tuşlara basılarak değil, bir döner ahşap silindir yüzeyindeki bir dizi çıkıntıyla sağlanır. Kısa notalar ince pirinç iğnelerle, uzun notalarsa çeşitli uzunluklardaki köprü biçimli pirinç parçalarla elde edilir. Bu çıkıntılar, silindir yüzeyinin üstündeki bir klavyeye dizilmiş küçük metal parmaklara ya da tuşlara çarparak ses çıkarır. Tuşlar, eksenleri çevresinde dönebildiğinden, silindirin üstündeki bölüm yükselirken, arka bölüm, karşısına gelen çıkıntıya çarparak, hava deposu üstündeki gerekli borunun kapağını (borunun alt tarafındaki supap) açar. Genellikle elle döndürülen silindir, bazen bir kurma mekanizmasıyla, silin-



Bir laternanın içi. (üstte) Boruları ve bir dişli sistemiyle dönen silindiri görülmektedir.

Laternanın çalışma sistemini gösteren çizim. (altta) Çevirme kolu, silindirin dönmesini sağlayan vidaya ve körükleri hareket ettiren kola bağlıdır. Hava, körüklerden (basıncı değişmez tutan yaylı bir kapakla) hava deposuna geçer. Silindirdeki çıkıntılar, tuşları kaldırıp supapları açar. Böylece hava, borulara geçerek notaları oluşturur.



dirin düz taraflarından birine monte edilmiş büyük bir dişliyi harekete geçiren sonsuz vida yardımıyla da çalışır. Kolun çevrilmesi, bir körüğü de çalıştırdığından, aynı zamanda hava deposuna hava dolmasını sağlar.

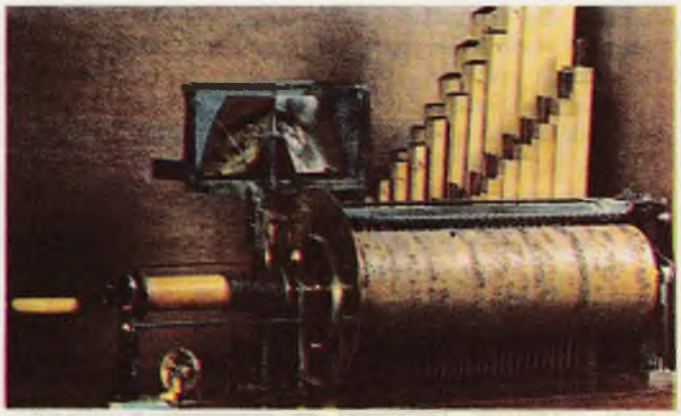
Laterna çeşitleri: Laternalar bir tür ya da sınıfta toplanan çalgılar değildir. Çok sayıda kilise orgu, silindir mekanizması takılarak, mekanik olarak çalınacak hale getirilmiştir. Hem silindir mekanizmasıyla, hem de klavyeyle çalınabilen orglar da vardır. Bunlar arasında en tanınmışı, Flight and Robson firmasının 1817'de Londra'nın St. Martin sokağında yaptığı *Apollonican*'dır. Bu çalgı, beş kişi tarafından ya da üç büyük silindirin birden dönmesiyle çalınabilir. 1 900 borusu olan Apollonican'la yaklaşık 40 yıl, çeşitli konserler verilmiştir.

Öte yandan, çok küçük boyutlarda laternalar da yapılmıştır. Bunlar, XVII. yüzyılda ortaya çıkmış ve XX. yüzyılın başlarına kadar yapılmıştır. Genellikle on borulu olan bu çalgılar, 30 × 25 × 20 cm boyutlarındadır.

Sokak laternaları: Bu küçük, borulu laternalar, ilk kez İtalya'da yapılmış ve İtalyan göçmenleri tarafından Avrupa'nın her yanına, hattâ Amerika'ya yayılmıştır. Gezici müzisyenler, sokak laternalarıyla, zamanın en sevilen müzik parçalarını, sokaklarda çalarlardı.

Avrupa'da 1954 yılına kadar yapımının sürdürülmesine karşılık, laternanın yerini, 1890'larda Gavioli'nin Paris'te karton silindir ve delikli kağıtla çalışan çalgı sistemi almıştır. XX. yüzyılın başlarında kullanılan otomatik orglarsa, genellikle delikli kağıtla çalınırdı.

Cocchi, Bacigalupo ve Graffigna firmasının yaklaşık 1890 yıllarında yapmış olduğu taşınabilir Alman sokak laternası. (üstte)



1819'da Amsterdam'da D. N. Winkel tarafından geliştirilmiş olan laternanın ayrıntılı görünümü. (üstte) Silindir, çevirme sapına sarılmış ipe bağlı olan 24 kg'lık bir ağırlıkla dönmektedir. Silindirin dönüş hızı, boruların yanında yeralan kanatçıklarla denetlenmektedir.

1 800 yıllarında Londra'da Bryceson'un yaptığı bir İngiliz laternası. (sağda) Bu tip laternaların, her birinde on ayrı melodi bulunan üç silindiri olurdu. Silindirlerden birinde genellikle dinsel müzik, ikincisinde popüler parçalar, üçüncüsündeyse dans müzikleri bulunurdu.

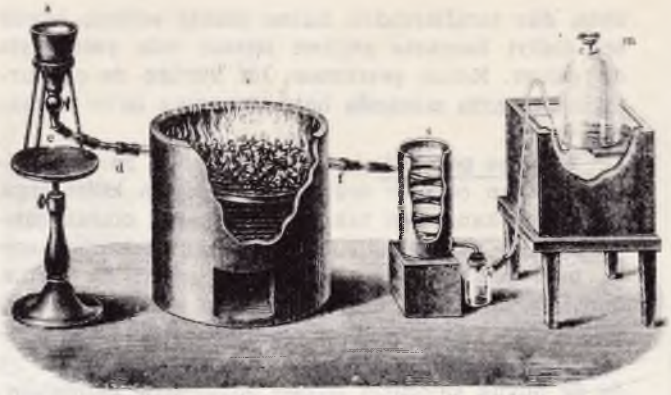
LAVOİSİER, ANTOİNE (1743-1794)

Çağdaş kimyanın kurucusu Antoine Laurent Lavoisier, Parisli zengin bir ailenin oğluydu. Aile geleneklerini izleyerek hukuk eğitimi gördü; ama matematik, gökbilim ve botanik üstünde de çalıştı. Daha sonraları, o dönemin önde gelen Fransız kimyacılarından G.F. Rouelle'den kimya dersleri aldı.

Madenler ve kentlerin aydınlatılması gibi konulardaki çalışmalarından sonra, 1768 yılında, daha sonraları yöneticiliğini ve saymanlığını da yapacağı Bilimler Akademisi'ne seçildi. Hukuku bir yana bırakıp, bilimle ilgilenmeye karar verdi. Ne var ki bunu, ancak başka bir gelir kaynağı bularak gerçekleştirebilirdi. Bu nedenle, Fransa'da vergileri toplamakla görevli özel bir örgüt olan «Fermier général»e katıldı. 1771 yılında, ortaklarından birinin kızı olan Marie Paulze ile evlendi.

Lavoisier'nin kimyaya en ünlü katkısı, yanan maddenin oksijenle birleştiği yanma olayının doğasını sergilemesi (1775) olmuştur. XVIII. yüzyılda kimya, henüz SİMYA'nın etkisi altındaydı. Ne var ki, kimyacıların da belirli bir amaçları yoktu ve bu alanda önemli bir gelişme sağlanamamıştı. Lavoisier, kimyayı yeni baştan düzenlemeye karar verdi. 1773 yılarında tuttuğu bir defterinde sözünü ettiği gibi, «fizikte ve kimyada bir devrim getirmesi kaçınılmaz olan, bir dizi deneye» girişti ve sonunda başarıya ulaştı.

Lavoisier ve karısının, J. L. David tarafından yapılmış bir resmi. (altta)



Cavendish'in tasarladığı ve Lavoisier'nin kullandığı, suyun, oksijen ve hidrojen bileşenlerine ayrılmasını gösteren aygıt. (üstte) Su, soldaki huninin içinden, içinde demir taşıyan ısıtılmış bir boru yardımıyla geçirilir. Burada oksijenin bir bölümü demirle birleşir. Geride kalan su yoğuşturulur ve sağdaki kapta hidrojen gazı toplanır.

Lavoisier'nin yeni sistemi, yeni kimyasal elementler kavramına dayanıyordu. Bu elementler, daha yalın maddelere ayrıştırılmamış maddeler olarak tanımlandı. Böylece Lavoisier, daha önce kabul edilen dört ya da daha az maddeye karşılık, 55 element bulunduğunu kabul ediyordu. C.L. Berthollet, A.F. de Fourcroy ve L. B. Guyton de Morveau adlı üç arkadaşıyla birlikte, bu elementlerden oluşan birçok bileşik için yeni bir terimleme yaptı (bu terimleme, günümüzde de kullanılmaktadır).

Çok geçmeden kabul edilen yeni sistem, kimya alanında çeşitli çalışmaların başlatılmasına yolaçtı. Nitelik ve nicelik olarak çözümlenecek binlerce madde vardı ve sonuçlar, Lavoisier'nin terimleriyle yazılacaktı. Bundan yaklaşık yirmi yıl sonra DALTON'un atom kuramının ortaya konuşu, söz konusu sonuçların daha da kesin bir biçimde dile getirilmesine olanak sağladı ve modern kimya sağlam temellere oturtuldu. Bu yorulmak bilmez araştırmacı, yalnızca kimya ile de yetinmedi. Bilimsel olarak ilgi duyduğu konular arasında en önde geleni, soluk alıp verme süreciydi. Lavoisier, toplumsal ve ekonomik koşulların düzeltilmesi konusunda da çalışmalar yaptı ve tarımdaki gelişmelere bilimsel yönden katkıları oldu.

Lavoisier'nin bilimsel çalışmaları, Fransız Devrimi'yle, daha olgunlaşamadan sona erdi. Lavoisier, aralarında kayınpederinin de bulunduğu «Fermier général»deki çalışma arkadaşlarıyla birlikte tutuklandı ve 8 Mayıs 1794'te giyotinle idam edildi.

LAZER VE MAZER

Lazer ve Mazer, ATOM'ların enerji düzeylerini içeren bir işlemle yoğunlaştırılmış ELEKTROMAGNE-

TİK IŞINIM üretmeye yarayan aygıtlardır.

Mazer sözü, «Uyarılmış Işınım Salımıyla Yükseltilmiş Mikrodalga» anlamına gelen ingilizce «Microwave Amplication by the Stimulated Emission of Radiation» sözcüklerinin baş harflerinden türetilmiştir. Bu işlem, ilk kez 1917'de Albert EİNSTEİN tarafından öngörülmüş ve elde edilen ışınımın belirli özellikleri açıklanmıştır.

GAMA IŞINLARI, görünen IŞIK ve RADYO dalgaları gibi ışınların tümü, elektromagnetik ışınım türündendir. Bunların yalnızca *dalgaboyları* (bir dalgada ardışık iki doruk noktası arasındaki uzaklığa «dalgaboyu» denir) birbirinden farklıdır. Radyo dalgalarının dalgaboyu, 1 m ile 10 000 m arasındadır. Görünür ışığın dalgaboylarının kapsadığı alan, KIZILALTI IŞINIM'ı da sayarsak 0,1 cm'den 0,0001 cm'ye kadar uzanır. Elektromagnetik tayfta, dalgaboyu aralığı 1 metreden 0,1 cm'ye kadar olan bölge, «MİKRODALGA bölgesi» diye adlandırılır.

1950 yıllarının sonlarında mazerin geliştirilmesiyle, mikrodalga bölgesinde, tek dalgaboyu içeren bir ışınımın üretilmesi ve yükseltilmesi sağlanmış oldu.1960'larda çalışma alanı genişletilerek, elektromagnetik tayfın görünür bölgesinde de tek dalgaboylu ışınım üretildi, yani optik mazer bulundu. Optik mazere «*lazer*» denir. Bu da «Uyarılmış Işınım Salımıyla Yükseltilmiş Işık» anlamına gelen ingilizce «Light Amplication by the Stimulated Emission of Radiation» sözcüklerinin baş harflerinden türetilmiştir.

Uyarılmış salma: Uyarılmış ışık üretiminden önce, sıradan bir ışık kaynağında (sözgelimi, ampulde ya da güneşte) ışığın üretilme biçimini incelemek gerekir.

Bir atomun, ortada yeralan bir *çekirdek* kütlesi ile bunun çevresindeki yörüngelerde hareket eden küçük *elektron* taneciklerinden oluştuğu bilinmektedir. Elektronlar, her biri belirli enerji düzeylerinde olan yörüngelerde hareket ederler. Çekirdeğe en yakın yörüngesinde elektron bulunduran atom, olabilecek en düşük enerjiyi içeriyor demektir. Böyle bir atoma «*taban düzeyinde*» denir. Elektronlar daha büyük yarıçaplı yörüngelerde hareket ediyorlarsa, atomun *uyarılmış düzeyde* olduğu söylenir.

4 000 wattlık karbon dioksit (CO_2) sürekli dalga lazeri. (altta) CO_2, ortamdaki toplam gazın yalnızca % 5'ini oluşturur. % 5 dolayında da azot vardır. Geri kalan, genellikle helyumdur. CO_2 atomları azottan enerji alarak, yüksek enerji düzeylerine uyarılırlar. Ortamdaki helyum, uyarılmış salımla üretilen ışınımın CO_2 tarafından soğurulmasını önler. Uyarılmış salımın yapılabilmesi için, gaz, sürekli olarak soğutulmalıdır.

Optik fotobilgisayar bellek sisteminin bulucusundaki lazer ışını. (altta)

Atomlar, doğal olarak taban düzeyindedirler; ama maddeye ısı biçiminde enerji verilerek (Bk. ISIÖLÇÜMÜ VE ISI) uyarılabilirler. SICAKLIK'ı artırmak, elektronların kinetik enerjisini artırır. Verilen enerji miktarı, uyarılmış enerji düzeyi için gereken miktara ulaştığında, atom uyarılmış duruma gelir.

Uyarılmış atomun, daha alt enerji düzeylerine dönme eğilimi vardır. Alt enerji düzeyine geçişte, fazla enerjisinin bir bölümünü ışık enerjisi olarak salar. KUVANTUM KURAMI'na göre, salınan bu enerji, «*kuvantum*» adı verilen kesikli enerji paketleri halindedir. Işık kuvantumlarına «*foton*» denir. Salınan ışık fotonunun dalgaboyu, içerdiği enerjiye bağlıdır. Enerji de, düzeyler arasındaki geçiş türüyle belirlenir. Isıtılmış bir ampul filamanında, bu olayların tümü oluşur.

Üretilen ışık, enerji düzeyleri sayısı fazla, dolayısıyle olası geçişleri çok olan bir atomdan salınıyorsa, geniş bir dalgaboyu aralığını kapsar. Isı enerjisi alıp ışık enerjisi salma arasında geçen zaman, enerji durumuna göre değişir. Bu nedenle, her foton farklı evrelerde dalga hareketine başlar. Olay bütünüyle raslantısal olduğu için, bu tür ışık salmaya «*rasgele salım*» denir, salınan ışık da «*uyumsuz*» ışık diye adlandırılır.

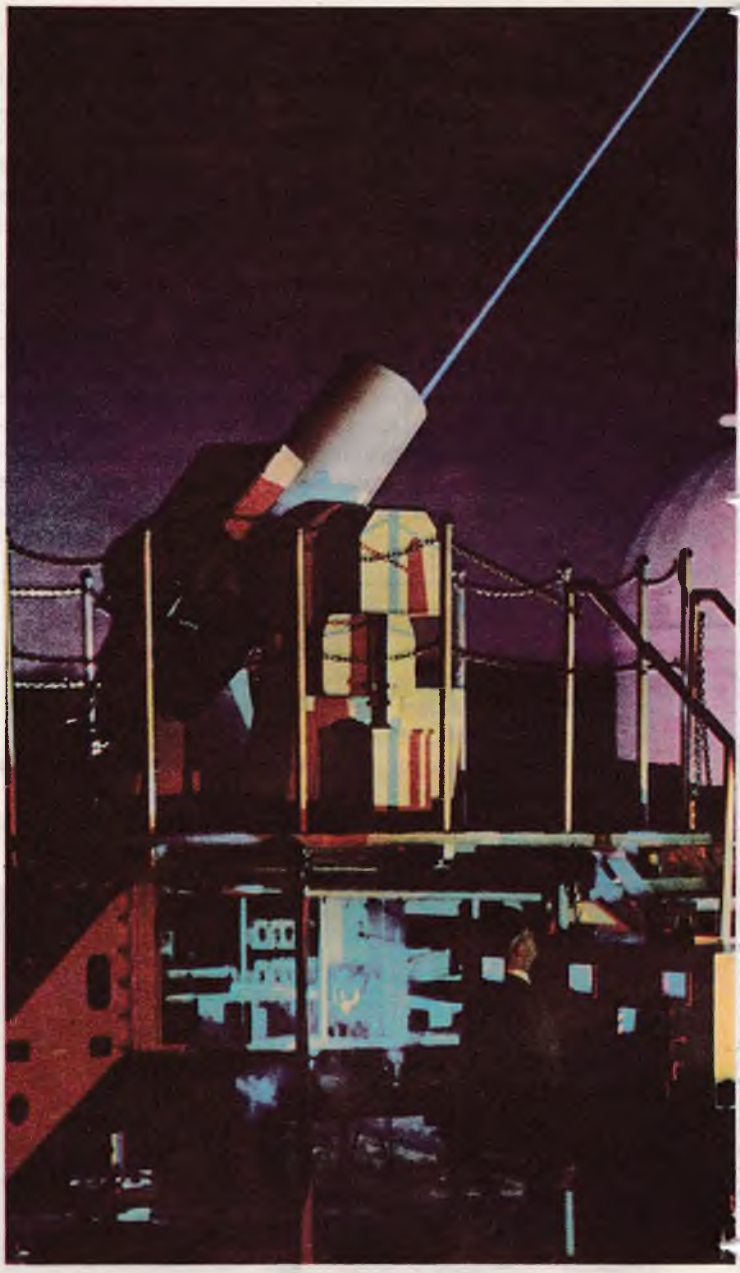
Atomun uyarılmasını sağlayan bir başka yol daha vardır. Atom, çarpan kuvantumun enerjisini soğurarak, taban düzeyden uyarılmış düzeye geçebilir. Bu işleme, «*ışığın soğurulması*» denir. Uyarılmış atom, bir süre sonra bir foton salarak, taban düzeyine döner. Bu sürece de «*kendiliğinden salım*» denir.

Işık üretimini sağlayan üçüncü bir yol daha vardır. Uyarılmış bir atom, enerji düzeyleri farkına karşılık gelecek kadar enerji içeren bir fotonla, dalgaboyuyla ya da enerjiyle bombardıman edildiğinde, bir foton salarak, alt enerji düzeyine iner. Bu işlem, soğurmanın tam tersidir. Böylece salınan fotonun dalgaboyu ve evresi, çarpan fotonunkiyle aynı olur. Asıl foton yoluna devam ederken, yeni salınan foton da ona eşlik eder. Bu olay, fotonun uygun düzeyde uyarılmış her atoma çarpışında yinelenir ve aynı evrede salınarak, giderek yoğunlaşan bir foton çığı oluşur. Bu fotonların tümü aynı evrededir. Böyle ışınlara «*uyumlu* (koherent) *ışın*» denir. Bu ışık salımına da, «*uyarılmış salım*» adı verilir. Böylece, uyarılmış ışınım salımıyla, ışık yükseltilmiş olur.

Uygulamada, ışınımı yükseltmek için, sistem atomlarının çoğu, yüksek enerji düzeylerinde bulunmalıdır. Düşük düzeyde bulunanlar, ışından enerji soğurarak, ışının yoğunluğunu azaltırlar. Gerçekte, bir ortamda düşük enerjili atomların, yüksek enerjili atomlardan fazla olması doğaldır. Bu durumu tersine çevirmek ve yükseltmeyi sağlamak gerekir.

Amonyumlu mazer: Uyarılmış salma işlemiyle ışının yükseltildiği ilk aygıt, amonyumlu mazerdi.

Amonyak molekülü, biri azot, üçü de hidrojen olan dört atomdan oluşur. Bu molekülün pek çok uyarılmış enerji düzeyi vardır. Ama bunlardan ikisi özellikle ilgi çekicidir. Biri öbüründen daha yüksek olan



bu enerji düzeylerinin birinden ötekine inildiğinde, dalgaboyu 1,2 cm olan bir ışınım salınır. Amonyak moleküllerinin büyük bir bölümü, alttaki düzeyden daha yüksek bir enerji düzeyine çıkarılırsa, 1,2 cm dalgaboylu ışınım, uyarılmış salımla yükseltilebilir.

Gerçekte amonyak moleküllerinin oldukça yalın bir işlemle uyarılması olanaklıdır. Yükseltmeyi sağlamak için, uyarılmış moleküllerin sayısı düşük enerjililerden fazla olmalıdır. Yüksek enerjili molekülleri fazla olan amonyak elde etmek için, bir filtre sistemi kullanılır. Alçak ve yüksek enerjili moleküller, bir elektrik alan içinde değişik özellikler gösterirler. Bundan yararlanılarak, uyarılmış moleküllerin, gazdan, çok etkili bir biçimde ayrılması sağlanır.

Sistem, uyarılmış moleküllerin, yükseltmeyi oluşturan bölüme geçmelerini sağlar. Bu bölüme, bir uç-

Resimde (üstte solda) görülen lazer ışını, Ay'a gönderilmekte ve yansıyan ışın bir teleskopla saptanmaktadır. Lazer paralel ışınlar saldığından (384 000 km'lik yol aldıktan sonra bile) ve pek az saçıldığından, yansıyan ışın, gözlenecek kadar parlaktır. Işığın Dünya'ya dönmesi için geçen zaman ölçülerek,Dünya ile Ay arasındaki uzaklık büyük bir doğrulukla saptanmıştır.

Karbon dioksitli lazerle bir metal lavhanın kesilmesi. (üstte sağda)

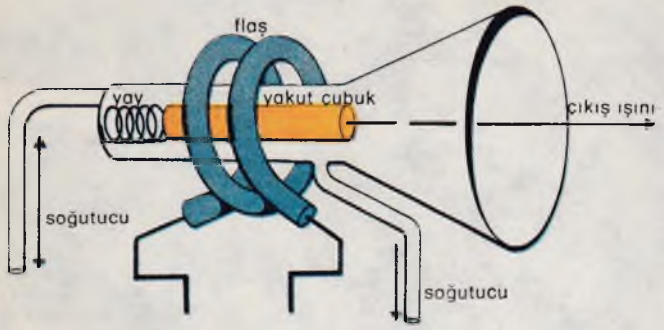
---

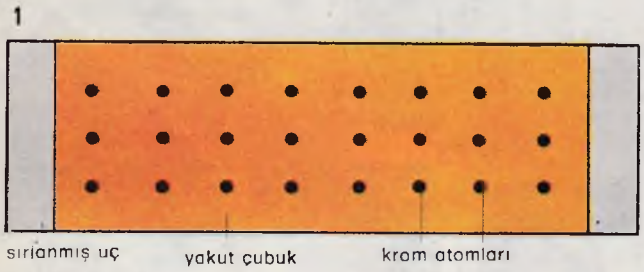
tan 1,2 cm dalgaboyunda zayıf bir uyarım gönderilirse, uyarılmış amonyak molekülleri, uyarılmış salımla güçlendirilir ve öteki uçtan yükseltilmiş ışın çıkar.

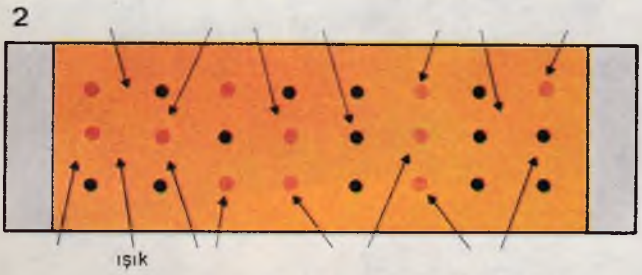
Uyarımın bu boşluktan ilk geçişi, yalnızca az sayıda atomunun uyarılmışlığının indirgenmesini sağlar. Bu yüzden, yükseltilen ışık miktarı çok azdır. Yükseltmeyi artırmak için, ortam, yüksek yansıtıcılığı olan çeperlerle çevrilir. Böylece ışınımın, ortamı birçok kez geçmesi sağlanır. Dalganın her geçişi, uyarılmış ışın salımıyla sonuçlanır ve dalganın yoğunluğu artar. Bu işlem sırasında oluşan kendiliğinden salım, önemsiz bir düzeydedir.

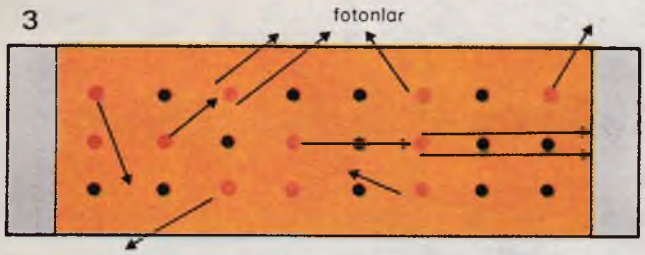
Yakutlu lazer: Uyarılmış yayının yükseltilmesinden sonraki ilk gelişme, daha kısa dalgaboylu ışınımı (yani görünür ışığı) güçlendirici bir aygıttı.

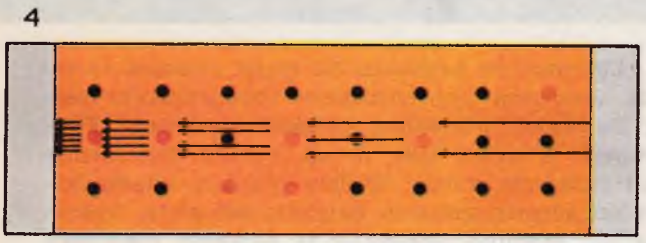
Bu yoldaki ilk başarılı lazer, bir yakut billuruyla yapıldı. Yakut, bazı atomlarının yerine krom atomlarının yerleştiği bir alüminyum oksit billurudur. Yakuta koyu kırmızı rengini veren, krom atomlarıdır.











Yakut lazerinin güçlendirici etkisi de krom atomlarıyla açıklanabilir. Krom atomları, parlak bir dış ışık kaynağından gelen ışığı soğurarak, uyarılmış düzeylere yükselirler. Buna, krom atomlarının, yüksek enerji düzeylerine «pompalanması» denir. Çubuk biçimindeki yakut billurunun iki ucu düz cilalanmış ve yansıtıcı bir maddeyle kaplanmıştır.

Uyarılmış krom atomlarının çoğu, kendiliğinden salım yaparak, fazla enerjilerini dışarı verirler. Yayınan bu ışık, çubuğun çeperlerinden dışarı kaçar. Atomların birkaçı, sırlanmış uçlara doğru ışık salar; bu ışık yeniden billurun içine yansır. Işınım, uyarılmış bir krom atomuna çarptığında, uyarılmış ışın salacaktır. Böylece ışık, her geçişte biraz daha yoğunlaşarak, yansıtıcı yüzeyler arasında gidip gelir.

Krom atomlarının uyarılması, yakut billuruna büyük bir sıcaklık verir. Bu nedenle, sürekli kullanımlarda, uygun bir soğutma düzeneğinin kullanılması gerekir.

Yakutlu lazerden sonra, aynı amaçla kullanılan pek çok billur sistemi ortaya çıkarılmıştır. Uygun billurlar seçilerek, çeşitli dalgaboylarında lazerler elde edilebilir.

Gazlı lazer: Bir başka tür lazerde de, yükseltici ortam olarak gazlar kullanılır. Bu aygıtların ilk örneklerinde, helyum ve neon gazlarının bir karışımı kullanılmıştır. Billurlu lazerlerde, atomların enerjilerini ışıkla uyarılacak düzeye çıkarmak bir sorun oluyordu. Oysa gaz atomları, gaz içinden elektrik akımı geçirilerek uyarılabilirler. Bu teknik, neon lambalarında ve sodyumlu sokak lambalarında da kullanılır. Bir neon-helyum karışımı, elektrik akımına tutulursa, gaz atomları, 1,15 mikrometre (0,000115 cm) dalgaboyunda ışık salacak düzeye çıkarlar. Bu dalgaboyu, elektromagnetik ışınım aralığının kızılaltı bölgesindedir. Uyarılmış ışın, gaz odası içinde ileri geri yansıtılarak, yoğunluğu artırılır.

Söz konusu gelişmeden sonra başka gaz bileşimleri de kullanılmıştır. Bunlar arasında argon ve kripton karışımı ilgi çekicidir. Böyle bir aygıt, tayfın görünen bölgesinde, birden çok dalgaboyu içeren ışınım yayar. Böylece oluşan ışında, birkaç renk vardır. Ama sonuçta, beyaz ışığın görüntüsünü verir.

Gazlı lazerler, billurlu lazere göre daha uzun süre kullanılabilirler.

Lazerlerin uygulama alanları: Lazerler, saldıkları ışığın çok yoğun olması ve tek dalgaboyu içermesi nedeniyle, çeşitli alanlara uygulanmışlardır.

Lazer ışınını odaklamak için optik mercek kullanılır. Bu teknikten pek çok endüstri dalında yararlanılmıştır. Böylece elde edilen ışınla, elmas ve çelik gibi

---

Sarmal flaş lambalı bir yakutlu lazer. (solda üstte)

Taban düzeyindeki krom atomları (1) flaştan gelen ışıkla uyarılır (2); bazıları, başka fotonları serbest bırakacak biçimde foton salar (3). Bunlar, aynalı yüzeyler arasında ileri geri hareket eder (4,5) ve sonunda güçlü bir ışın olarak salınırlar.

çok sert maddelerde delik açılabilir. Lazer ışınıyla delik açılan düzeyde, fiziksel bir temas söz konusu olmadığından, çevreyi etkilemeden çok küçük delikler açılabilir ve işlem çok çabuk gerçekleştirilir. Bu üstünlükleri nedeniyle lazer ışını, kaynak işlemlerinde de kullanılır.

Tıp alanındaki lazerler, ağtabaka (gözde) tedavilerinde başarıyla kullanılır. Ayrıca, kanser tedavisinde de yararlı olacağı sanılmaktadır. Ağtabaka yırtığı, gözyuvarı içindeki sıvının, ağtabaka üstündeki küçük bir delikten dışarı sızmasıyla oluşur. Böylece ağtabaka yavaş yavaş gözyuvarının arkasından ayrılır ve körlüğe yolaçar. Ağtabakadaki bozulma, eskiden ameliyatla tedavi edilirdi; ama günümüzde, saniyenin binde biri kadar bir sürede verilen lazer ışını, yırtığı kaynatarak tedavi eder. Işın çok duyarlı bir biçimde nişanlanabildiğinden, genellikle bir kez verilmesi yeterli olur.

İletişim alanında da lazer, çok büyük olanaklar sağlamaktadır. Lazerin uyumlu ve tek dalgalı yapıdaki ışınımı, radyo vericilerininkine benzer. Radyo dalgaları, sinyal yüklemek için kullanılır. Yükseltme ve biçimleme gibi teknikler lazerlere uygulanabilirse, bu ışın, iletişimde de kullanılabilir. Lazer ışınının frekansı, radyo dalgasından çok yüksektir. Öyle ki, kuramsal olarak birkaç milyon radyo iletimi, bir tek lazer ışınıyla taşınabilir. Geleneksel radyo iletimine göre çok daha kolay yönlendirilebilen lazer, iki istasyon arasındaki iletişimde çok daha az enerji tüketir.

Bütün dünyanın yayın gereksinimini bir tek lazer ışınıyla karşılama düşüncesi, çok ilgi çekici olmakla birlikte, ancak bazı sorunların çözülmesiyle uygulanabilir. Bunların en önemlisi, lazerin, öteki ışık türleri gibi, buluttan ya da sisten geçememesidir. Bu durum, uzayda bir sakınca yaratmaz; ama dünya üstündeki iletişimde, atmosferin ortaya çıkardığı engelleri aşması için, ışının boru içinden gönderilmesi gerekir. Lazer ışınının cam liflerle (Bk. LİF OPTİĞİ) taşınması öngörülmüştür, ama şimdilik, ışığı uzun mesafelere taşıyabilecek özellikte cam liflerinin üretilmesi olanaksızdır.

Lazer kaynaklarının uyumluluğundan yararlanan bir başka teknik de, cisimlerin üç boyutlu olarak gerçeğe çok yakın görüntülerini yaratabilen HOLOGRAFİ'dir. Holografiyle, bir tek film parçasına, pek çok bilgi depo edilebilir. Bu film, daha sonra lazer ışığıyla aydınlatılıp, bilgiler yeniden ortaya çıkarılır. Söz konusu teknik, basılı malzemenin saklanmasında mikrofilmlerin yerini alabilir. Bilgisayar alanında da, lazerin bilgi depolama işlemlerine uygulanması beklenmektedir. Bazı maddeler, lazer ışığına tutulduklarında renk değiştirirler. Bu tür *fotokromik* bir madde, değişen yoğunlukta bir lazer ışınının önüne konursa, bir dizi renkli nokta bu billura geçirilip, orada saklanabilir. Daha sonra, daha zayıf bir ışın kullanılarak, bellekteki bilgiler okunabilir. Bilgi saklamada lazere duyulan ilgi, lazer ışınının son derece küçük bir noktaya odaklanabilmesinden ve büyük miktarda bilginin bu küçük alanlara sığdırılabilmesinden kaynaklanır.

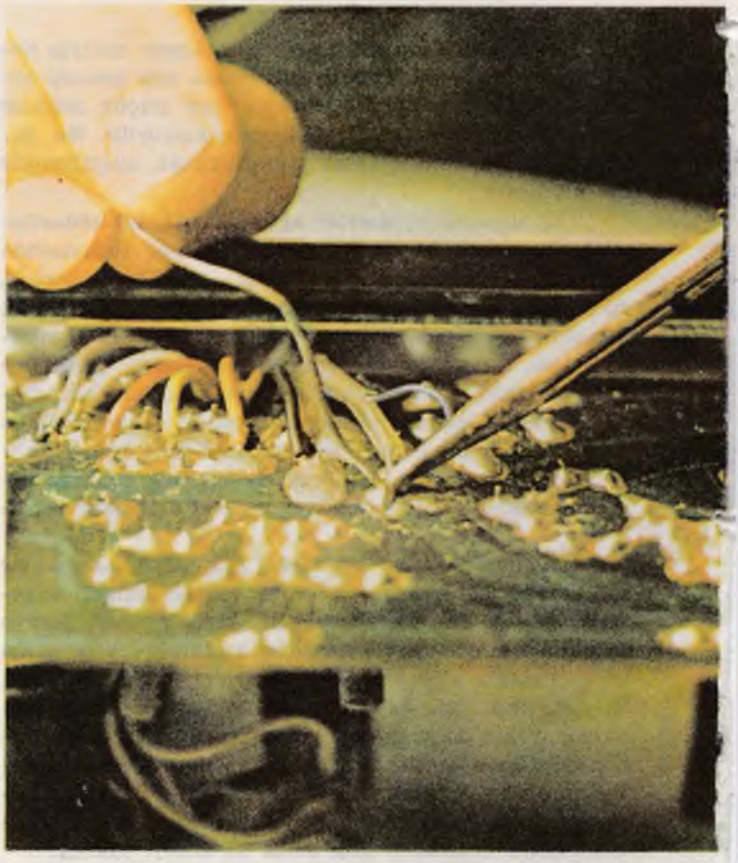
Odesa'daki (Ukrayna) Filatov hastanesinde kullanılan lazer ışını aygıtı. (üstte) Bu aygıt, yırtılmış ağtabakaların tedavisinde kullanılır. Lazer, hasta bölgeye duyarlıkla nişanlanır ve göze zarar vermeden yırtık kaynatılır.
Bu lazer ışını (altta) motor endüstrisinde, kaynak yapımında kullanılır. Mercekle odaklanmış ışın, odak noktasındaki havayı ısıtır.

Termonükleer füzyonda lazerler: Pek çok bilim adamı tarafından geleceğin ENERJİ KAYNAKLARI olarak kabul edilen termonükleer FÜZYON alanında da, lazerin büyük yararlar sağlayacağı sanılmaktadır.

Çok yüksek sıcaklık ve basınçta, hidrojen atomları, elektronlarından arınırlar ve çekirdekleri birbirlerine daha kolay yaklaşır. Sıcaklık ve basınç yeterince artırılabilirse, iki hidrojen çekirdeği birbirine kaynayarak, bir helyum çekirdeği oluşturur. Bu işlem sırasında bir kütle yitimi olur ve enerji açığa çıkar (Bk. KÜTLE-ENERJİ EŞDEĞERLİLİĞİ).

Dondurulmuş bir hidrojen yumrusu, her yönden yoğun lazer ışığı uyarımlarıyla bombalanırsa, sıcaklığı hızla 10 000 000°C'ın üstüne çıkar. Yumru hemen buharlaşır ve korkunç bir güçle genleşir. Bu güç, aynı zamanda hidrojeni sıkıştırarak, füzyon için gerekli basıncı sağlar.

Bu özel füzyon tekniğinin geliştirilmesini önleyen tek engel, yeterli güçteki lazerlerin henüz geliştirilmemiş olmasıdır. Bu arada, «ölüm ışını» geliştirmeye çalışan askeri araştırıcılar da, lazer konusuyla yakından ilgilenmektedir. «Gazlı-dinamik lazer» denen bir tür lazerle, 3 km içindeki uçan hedefler düşürülebilmiştir. Ne var ki, yüksek güçler için yapılan askeri araştırmalar, atmosfer nedeniyle sınırlıdır. Çünkü, ışının yoğun ısısı havayı ısıtarak, ışının istenen biçimde odaklanmasını engellemektedir.



Elektrik bağlantılarının lehimlenmesi. (üstte) Lehim, sıcak havyayla eritilir ve gerektiğinde kolayca sökülebilen bir bağlantı yapar.

LEHİMLEME

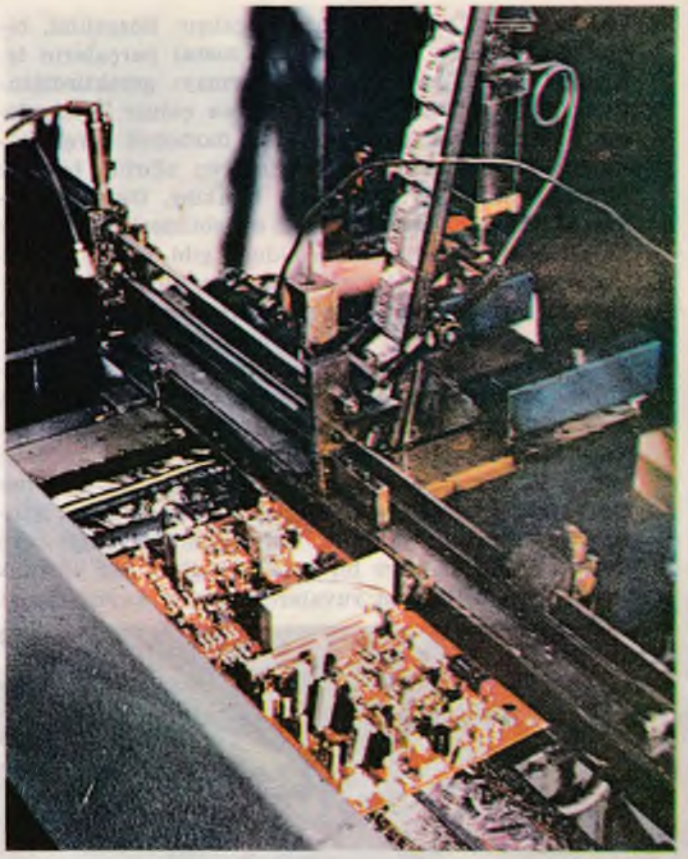
Lehimleme, iki ya da daha çok metal parçasını, bir metal bağlantı alaşımıyla *(lehim)* birleştirme tekniğidir. En iyi bilinen biçimi, *yumuşak* lehimdir. Yumuşak lehim, en az 180°C sıcaklıkta yapılır (PİRİNÇ LEHİMİ ve KAYNAK daha yüksek sıcaklıklar gerektiren, ama daha kuvvetli bağlantılar veren benzer tekniklerdir). Lehim, birleştirdiği ana metallerden daha düşük erime noktalı bir metal alaşımıdır. Lehim ısıtılır ve birleştirilecek noktada metallere katılır. Bu noktada «*ıslatma*» denen kimyasal süreç yeralır: Sıcak lehim, bir araya getirilen iki metal yüzeyi arasında ince bir tabaka yapar ve metaller kısmen erirken, birleşme noktasında yeni bir alaşım ortaya çıkar. Bağlantı böylece, iki yeni alaşım tabakası (lehim+ana metal) ile aralarında yeralan ince bir lehim tabakasından oluşur.

Lehim: Lehimin bileşimi, amaca göre değişir. En çok kullanılan yumuşak lehim % 60 kalay, % 40 kurşun alaşımıdır. Elektrik bağlantıları yapmada kullanılır. Sert lehimler, gümüş, bakır, çinko ya da alüminyum içeren alaşımlardır. Yüksek erime noktalı ana metallerin söz konusu olduğu durumlarda, yumuşak lehimlerin kalay içeriği artırılabilir. Ana metallerin erime noktaları yüksek olduğunda ya da bağlantı noktalarının mukavemetinin yüksek olması istendiğinde, pirinç kaynağı yapılır. Alüminyum gibi, kolayca alaşım oluşturmayan metaller, yüksek oranda ana metal içeren lehim gerektirir. Sözgelimi, iki alüminyum çubuğu birleştirmek için kullanılan lehim, bağlantı noktasında bağlama alaşımı oluşumunu kolaylaştırmak için, oldukça büyük miktarda alüminyum içermelidir.

Lehimleme yöntemleri: Metaller genellikle hava temasında yükseltgendiklerinden, lehimin kolaylıkla alaşım verebilmesi için, bir araya getirilen yüzeylerdeki oksit tabakasının kaldırılması gerekir. Metallerin, ısıtıldıkları zaman oksitlenme eğilimi göstermeleri nedeniyle, indirgeme işi oldukça karmaşıktır. Bu sorunların üstesinden gelmek için, asitli lehim pastaları kullanılır. Lehimden daha düşük sıcaklıkta eriyen pasta (lehim tozu), yüzeydeki oksit tabakasını temizler ve ana metalin yüzeyini kaplayarak, yeni bir yükseltgenmeyi önler.

Havya olarak herhangi bir sıcak metal parçası kullanılabilir (pirinç lehimi ve kaynak için gaz alevi kullanılır). Lehim, elektrik öğelerinin bir araya getirilmesinde yaygın olarak uygulanır. Elektrik akımının geçişi sırasında, dirençte ortaya çıkan değişmeler, önemli yerel ısınma sorunları yaratır. Bu nedenle, bağlantıyı daha iyi yapmak için, daha az lehim kullanılmalıdır. Duyarlı işlemler için, belirli güçte, bakır uçlu lehim havyaları daha etkilidir. Havyanın ucunun boyut ve biçimi, yapılan bağlantının boyutuyla belirlenir.

Bir kabartma süsün çaydanlık kenarına lehimlenmesi. (üstte) Lehim, oksiasetilen alevi kullanılarak, bağlantı yeri çevresinde dolaştırılır.



Otomatik lehimleme. (üstte) Alttan bağlantılı elektronik öğeler, sıcak lehim tablaları üstünden geçirilir.

Aygıtın gücü, yapılan işe uygun olmalıdır. Havyanın ucuna, yükseltgenmeyi önlemek için bazen kalay kaplanır. Havya ucu, lehimi eritmek ve metal çiftinde ortaya çıkan ısı yitimini dengelemek için, yeterli derecede ısıtılmalıdır. Elektrik öğelerinin lehimlenmesinde, % 60 kalay ve % 40 kurşun kullanılır. Lehimi eritmek için uç, 220°C'a ısıtılmalıdır (lehimin erime noktası 183°C'tır). Elektrik öğelerinin söz konusu olduğu durumlarda, duyarlı parçaların havya ucuyla bozulması tehlikesi vardır. Bu nedenle havyalarda, hassas bir ısı kaynağı sağlayacak gereçler geliştirilmektedir. Pastanın yanmasını önlemek için, magnetik denetimli havyalar kullanılır. Bu havyalar, magnetik bir metal parçasının mıknatıslığını yitirdiği *Curie noktası* kuralına göre çalışır. Havya içine küçük, metal bir parça gömülür. Belirli bir sıcaklığa ulaşılınca, mıknatıslık yitimi parçayı hareket ettirir ve özgül Curie noktasının hemen altındaki sıcaklığa düşünceye kadar, daha fazla ısınmayı önleyecek anahtarı çalıştırır.

Lehim bağlantılarının en önemli üstünlüğü, kalıcı olmamalarıdır. Bir elektrik öğesinin değiştirilmesi gerekirse, bunu tutan lehim, kolayca kaldırılabilir. Endüstri alanında lehimleme, seri üretim ilkesine göre gerçekleştirilir. Yalnızca iç bölümlerdeki birkaç noktanın elle lehimlenmesi gerekir; ötekiler, sisteme monte edilir ve asılı öğelerin otomatik olarak birleştirildiği erimiş lehim içinden geçirilir. Başka bir yöntem de, soğuk lehim parçalarının elektrik öğelerinin çevresine yerleştirilmesidir. Bunlar, noktasal dirençle ısıtılan ana metal içinde eritilir.

LEONARDO DA VİNCİ Bk. **VİNCİ, LEONARDO DA**

LEVHA BİÇİMLENDİRME, METAL

Buzdolabı, büro eşyası, otomobil ve benzeri birçok ürünün yapımında metal levhalar kullanılır. Bu tür eşyalar genellikle çelikten yapılır; ama bakır, pirinç, alüminyum ve başka metaller de, *pres*lerde kalıpla biçimlendirilerek kullanılabilir.

Presler: Metal DÖVME, METAL ÇEKME, MADENİ PARA basma, PLAK ÜRETİMİ ve daha birçok benzer işlemde preslerden yararlanılır. Preslere takılan kalıbın iki yarısı arasına yerleştirilen malzeme, bu iki kalıp sıkıştırıldığı zaman, istenilen biçimi alır.

Presler çoğunlukla, HİDROLİK MEKANİZMA-

LAR'la ya da buhar basıncıyla çalışır. Sözgelimi, biçim değiştirecek kadar ısıtılmış metal parçaların işlenmesi yavaş ve sürekli sıkıştırmayı gerektirdiğinden, bu tür presler, hidrolik olarak çalışır. Bazı işleme türlerindeyse, yinelenen ağır darbelere gerek duyulur. Bu durumda, darbeyi indiren ağırlık, basınçlı bir sistemle kaldırılıp serbest bırakılır. Gerekli kuvvet, ağırlığın düşmesinden elde edilebilmesinin yanı sıra, çift etkili şahmerdanda olduğu gibi, buhar gücüyle de sağlanabilir. Metal levhaların biçimlendirilmesindeyse, genellikle yalın *mekanik* preslerden yararlanılır.

Alt kalıp ya da *dişi kalıp*, presin *tablas*ına yerleştirilir. Makinanın *kayıt*lar (kızaklar) üstünde inip kalkan üst parçasına, yani *kafa*ya da, *erkek kalıp* takılır. Mekanik preslerde bu üst parça, bir ya da daha çok *kol*la bir *krank mili*ne bağlanmıştır. Bu mil, her iki yanda pres gövdesine yerleştirilmiş yataklar içinde döner. Presin yanında, krank miline bağlı olan DEBRİYAJ, FREN ve bir *volan* bulunur. Bir elektrik motoru, ya üstündeki yuvalardan geçen kayışlarla ya da dişliler aracılığıyla volanı döndürür. Dişliler kullanılıyorsa, volan da büyük bir dişli biçimindedir. Düğmelere basılınca debriyaj çalışır; krank mili tam bir devir yapar ve kafa, tablaya bastırıp, yeniden yerine döner. Erkek kalıp, dişi kalıbın üstünde bulunan metale çarparak, bu basınçla metalin biçimini değiştirir. Preslerle sağlanan basınç, bir tondan daha az değerlerden, 5 000 tonu aşkın değerlere kadar ulaşır (bazı hidrolik dövme preslerinin gücü, 50 000 tondur).

Bazı preslerin iki yanında da dişli çarklar bulunur. Bunlarda ayrıca, ara dişli miller ve motor ile volan arasında yeralan makara ya da başka dişliler de vardır. Krank mili yerine, kam biçiminde çalışan ek-

Brezilya'daki bir montaj fabrikasında yapılan Volkswagen marka otomobillerin kaportaları. (altta solda) İşçiler, gözle farkedilmeyen, ama boyandığı zaman açıkça belli olan küçük pürüzleri elleriyle bulurlar. Bu pürüzler, özel aletler ve yumuşak parlatma diskleriyle giderilir.

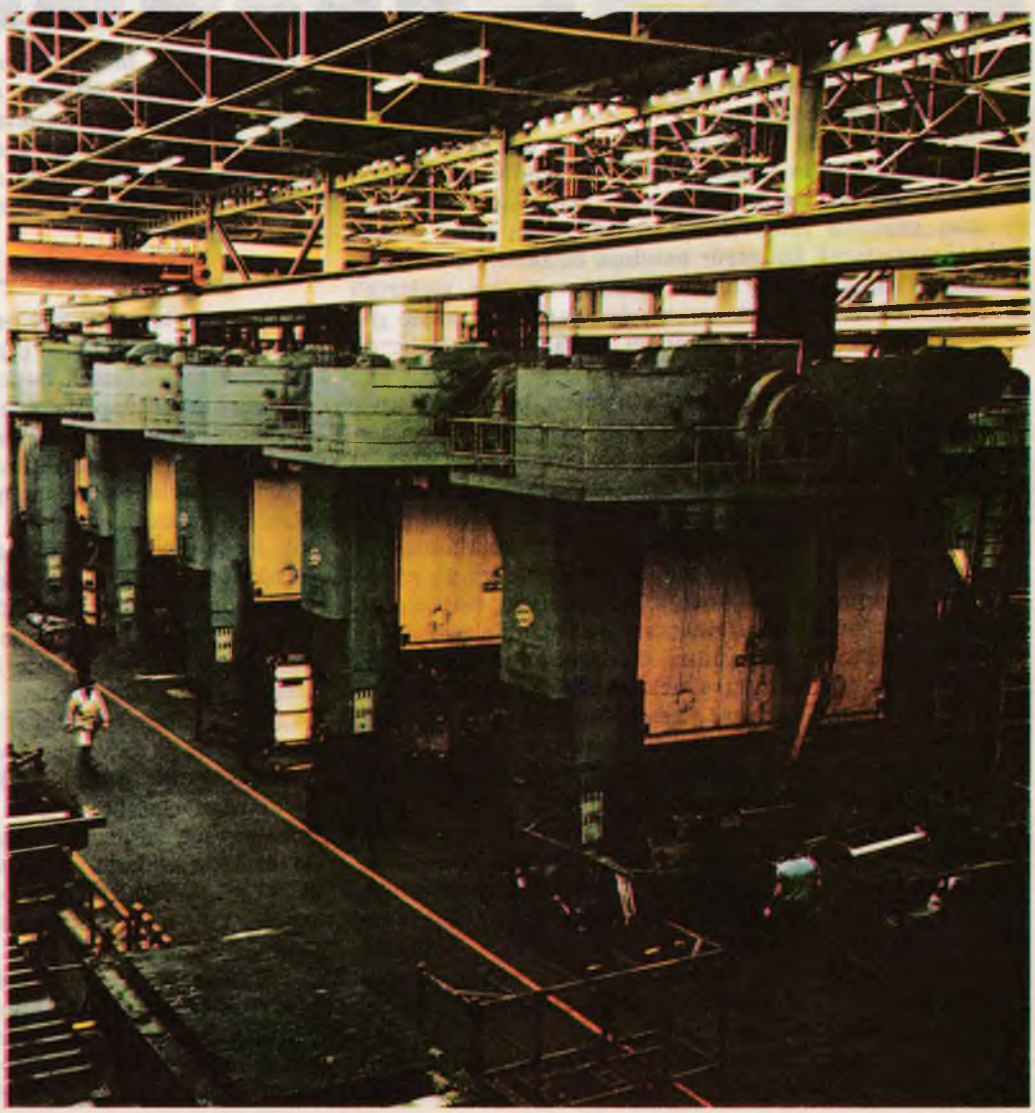
santrik millerle donatılmış preslere de raslanılır. Bazı preslerin de üstlerinde, kafaya bağlı kolları hareket ettiren büyük dişliler bulunur.

Presin bir hareketi, çoğunlukla birçok işlemi birden gerçekleştirir. Sözgelimi, otomobil kapılarına biçim verilmesinde kapı, kalıpların arasında biçimini alırken, kenarlarından küçük bir parça kesilip ayrılır, aynı zamanda da kapı kulpunun takılacağı yere delik açılır. Bu işlemler, *çift etkili* ya da *üç etkili* preslerde gerçekleştirilir. Çift etkili preslerde iç içe iki kafa bulunur. Üç etkililerdeyse, altta, yukarı doğru hareket eden üçüncü bir kafa daha vardır. Üstte, dışta bulunan kafa, krank mili yerine bir kolla hareket ettiğinden, bu tür preslere bazen «*kollu pres*» de denir.

Otomobil karoseri gibi geniş yüzeyli levhaları yapan preslere, «*sütunlu presler*» adı verilir. Bunlar, aşağı yukarı bir ev büyüklüğündedir. Üst üste takılan iki parçadan oluşan bu preslerin üst parçasını taşıyan dev saplamalar, bazen alt parçadan geçerek tabana cıvatalarla bağlanır. Kalıpları bu preslere yerleştirmek için, özel amaçlı ÇATALLI İSTİFLEYİCİ'ler ve elektrikli köprülü KREN'ler gerekir. Bu yüzden fabrikalardaki pres bölümleri, genellikle özel olarak yapılır.

Arkası açık C gövdeli presler daha küçük parçaların yapımında kullanılır. Gövdesi C biçimli ve arkaları açık olan bu preslerde, bitmiş parçaların toplanması, sıkıştırılmış havayla borulara itilerek yapılabilir. Pres, gerektiği zaman eğimlendirilebilir. Bu preslerin yüksekliği 2,5 metre, eniyse 1,25 m kadardır. Pul ve rondela gibi parçaların çok çabuk yapılması için, kalıbı, bastırılmaktan çok, çekilen presler

Taban sacı ve kaporta parçaları bir araya getirildikten sonra, birbirine punta kaynağıyla kaynaklanır. Gövde biçimlenince, koruyucu boyayla boyanır ve montaj hattına girer. (altta ortada) Bir otomobil fabrikasının pres bölümü. (altta sağda) Preslerin her biri ayrı bir parça yapabildiği gibi, konveyörlerle birbirine de bağlanabilir.



Otomobillerin taban saçını biçimlendirmek için, 25 tonluk kalıp üstünde son çalışmaları yapan kalıpçılar. (üstte) Bu işlem, metalin hem bükülmesini, hem de kalıba uyarak uzamasını gerektiren «çekme» işlemidir. Örnek olarak birkaç deneme yapıldıktan sonra, düzeltme ve parlatma işlemleri tamamlanır.

kullanılır. Bunlarla dakikada birkaç yüz presleme yapılabilir. Mekanik bir düzenek de levhayı, presin alt tabanı üstünde ilerletir.

Günümüzde büyük preslerin çoğu otomatiktir. Geniş metal levha üretiminde otomasyonun en yaygın türü, elektrik motoruyla çalışan geniş lastik bantlardan yapılmış KONVEYÖR'ler ve presin içine uzanıp parçayı alarak konveyör bandına bırakan, çelikten yapılmış emici kafalı uzun kollardır. Kollar, elektrikli kontaktörlerle denetlenen bir kremayer sistemiyle çalışır. Emici kafalar, yardımcı havalı pistonlarla da donatılabilir.

Kalıpların preslere yerleştirilmesi, bazen çok uzun süren karmaşık bir işlem olabilir. Kalıpların arkasına *layner*ler yerleştirilir. Kollar, boylarının ayarlanması için, diş açılmış iki ya da daha çok parça halinde yapılır. Alt ve üst kalıp arasındaki boşluk dikkatle hesaplanır. Santimetrenin çok küçük bir bölümü kadar bir yanlışlık bile, krank milinin kırılması ya da kalıpların bozulması gibi önemli ve pahalıya mal olacak arızalara yolaçabilir. Kalıpların arkasında yaylar ve havalı yastıklar kullanılır. Bunlardan, sıkıştırma işlemi sırasında basıncı ayarlamakta yararlanılır.

Güvenlik ve bakım: Pres bölümünde güvenlik çok önemlidir. Büyük presleri çalıştıran eldivenli kişilerin, aygıt çalıştığı sırada iki ellerini de kumanda tablosu üstünde bulundurmaları gerekir. Daha küçük preslerdeyse, aygıtı çalıştıran kişinin eldivenleri, bir kayışa ya da tel kabloya bağlanır. Kayışın ya da kablonun öteki ucu, üstteki hareketli kafaya takılıdır. Böylece, aygıt çalışırken, yani üstteki kol inerken, kayış aracılığıyla operatörün elleri yukarı çekilerek, tehlikeli bölgeden uzaklaştırılır. Daha küçük otomatik preslerdeyse, hareketli bir koruma kafesi, pres çalışmadan önce indirilir.

Pres ya da kalıpların onarım ya da ayarı sırasında, elektrikli kumanda aygıtları, yanlışlıkla çalıştırılamayacak biçimde kilitlenir. Ayrıca, alt ve üst kalıpların arasına, büyük tahta takozlar yerleştirilir.

Preslerin bakımı, başka nedenlerle olduğu kadar, güvenlik açısından da önemlidir. Debriyaj ile frenin, darbenin gerektiği gibi başlayıp sona ermesini sağlayacak biçimde ayarlanması gerekir. Takım tezgâhları genellikle preslerden pahalıdır; ama presin yolaçacağı bir kaza, çok daha pahalıya mal olabilir. Çünkü, kırılan bir kalıp ya da krank mili, sözgelimi bir torna tezgâhının parçalarından çok daha pahalıdır. Üstelik takım tezgâhlarında çoğunlukla sürekli olan yük, presin krank milinde her zaman, dönme hareketi sırasında üst kalıbın alttaki kalıba değdiği noktada toplanır. Bu yüzden, presin denetimi, ayarı ve yağlanması çok önemlidir. Bazı bozuklukların tek nedeni, yanlış ya da yetersiz yağlamadır.

Kalıpçılık: Kalıplar, yüksek nitelikli, pahalı çelik bloklardan yapılır. Büyük kalıplara istenilen biçim önce kabaca verilir. Ardından, ALEVLE KESME'yle ya da özel testerelerle ayrıntılar işlenir (Bk. ELEKTRO-KİMYASAL İŞLEME). Daha küçük kalıp blokları, planya gibi biçimlendirici tezgâhlarla yapılabilir (Bk. TAKIM TEZGÂHI).

Blok, kaba biçimini aldıktan sonra, *kalıp işleme*, otomatik makinalarda yapılır. Blok, *radyal freze tezgâhı*nın tablasına bağlanarak, kalem bıçaklarla işlenir. Plastik ya da saçtan yapılmış bir modeli izleyen PANTOGRAF'tan da yararlanılabilir. Tezgâh, bir iğ-

neyle, tahta ya da başka bir yumuşak malzeme üstünde de kalıbın modelini izler. Kalıbın üstü iyice parlatılır. Bu biçimde yapılan kalıplar, ya parçaların kısıtlı sayıda yapımında ya da plastik gibi yumuşak maddelerin üretiminde kullanılır.

Öteki özellikleri: Günümüzde otomobillerin metal levha parçalarının yapımı çok güçtür. Yapımcılar bu parçalara ayrıntılı biçimler verilmesini istediklerinden, bir tek metal parçasının bile birçok yönde eğilip gerdirilmesi, dolayısıyle de biçimlendirmenin birkaç aşamada yapılması gerekir. Metalin niteliği, bileşimi ve en üst dayanıklılık sınırı dikkatle hesaplanır. Köşe ne kadar keskin olacaksa, her aşamada o kadar az bükülmesi gerekir. Kalıp ile parça arasında kalan *aralık* da hesaplanmalıdır. Levha inceldikçe, gerekli aralık azalır. Aralık, yüzeyin düzgünlüğünü de etkiler. Aralık ne kadar az olursa, yüzey o kadar düzgün olur; ama presin daha yüksek basınç sağlaması gerekir.

Metal levha biçimlendirme işlemlerinde, hem parçaların kalıba yapışmaması, hem de kalıpların daha dayanıklı olması için, yağlama gerekir. Bu amaçla sabun, yağ ve başka maddeler kullanılır. Hangi maddenin kullanılacağı, işlenen metalin cinsine ve üretim hızına bağlıdır. Pirinç ve bakır levhalar preslenirken, sıcak suda çözülmüş sabun kullanılır. Alüminyumda, gazyağı kullanılabilir. Alüminyuma, yağlamadan biçim verilemez. Buna karşılık, teneke gibi «yağlı» bileşimler, yağsız da işlenebilir. Otomatik yağlama için keçe rulolar, elle yağlama içinse, fırça, kumaş, vb. maddeler kullanılır. Bitmiş metal levhalar, boyanıp parlatılmadan önce yıkanır.

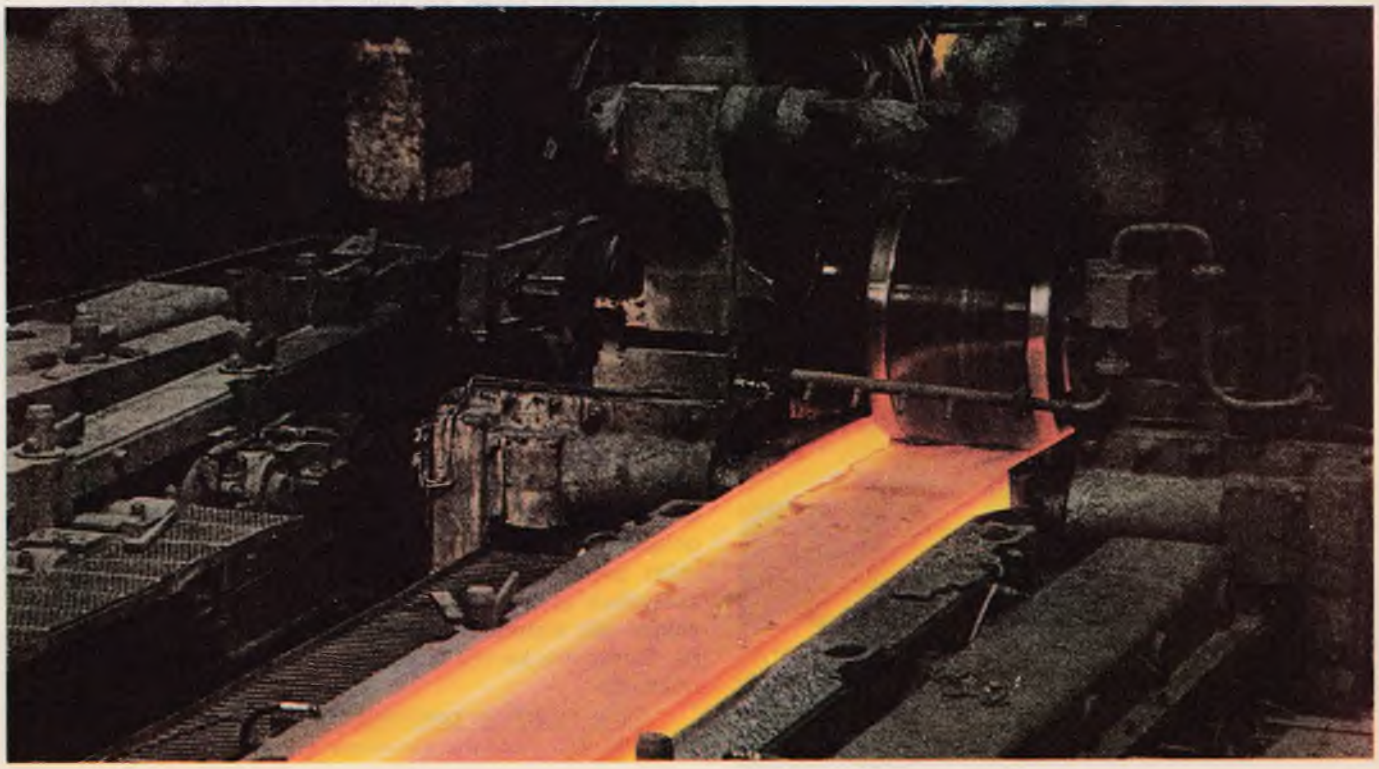
LEVHA ÇEKME, METAL

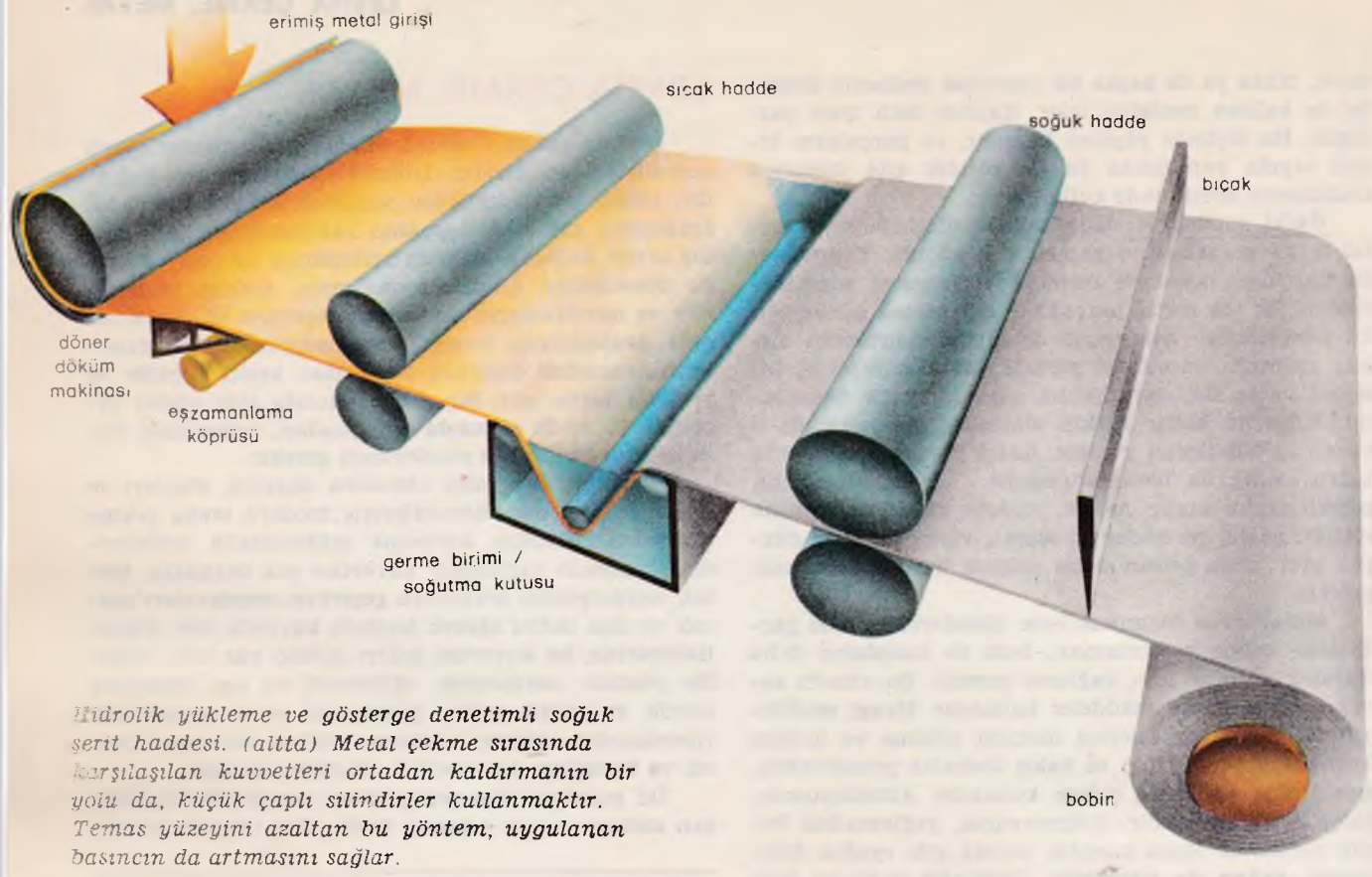
Levha çekme, metal işleme yöntemlerinin en önemlilerinden biridir. İşlemin ilkesi oldukça yalındır. Demir ya da çelikten yapılmış bir çift merdane, aralarında çekilecek parçanın kalınlığından daha dar bir aralık kalacak biçimde yerleştirilir ve ters yönlerde döndürülür. Çekilecek malzeme, aralığa yerleştirilir ve merdanelerin arasından geçerken sıkışarak incelir. Malzemenin hacmi değişmediğinden, merdanelerin arasından çıkarken boyu uzar, kesiti küçülür ve yeni bir biçim alır. Bir geçiş sonunda elde edilen inceltme % 10-30 arasında olduğundan, çoğunlukla aynı işlemin birkaç kez yinelenmesi gerekir.

İlkesinin çok yalın olmasına karşılık, dişlileri ve malzeme besleme düzenekleriyle modern levha çekme haddeleri, oldukça karmaşık mühendislik ürünleridir. Haddenin uyguladığı kuvvetler çok büyüktür. Metal, merdanelerin arasından geçerken merdaneleri açacak ve dışa doğru eğecek biçimde kuvvetle iter. Büyük haddelerde, bu kuvvetin değeri birkaç yüz tonu bulur. Bu yüzden, merdaneler, eğilmeleri en aza indirecek büyük ve güçlü çelik yatakların içine yerleştirilir (merdaneler eğilirse, bunlarla çekilen levhanın biçimi ve boyutları da istenilen ölçülere uymaz).

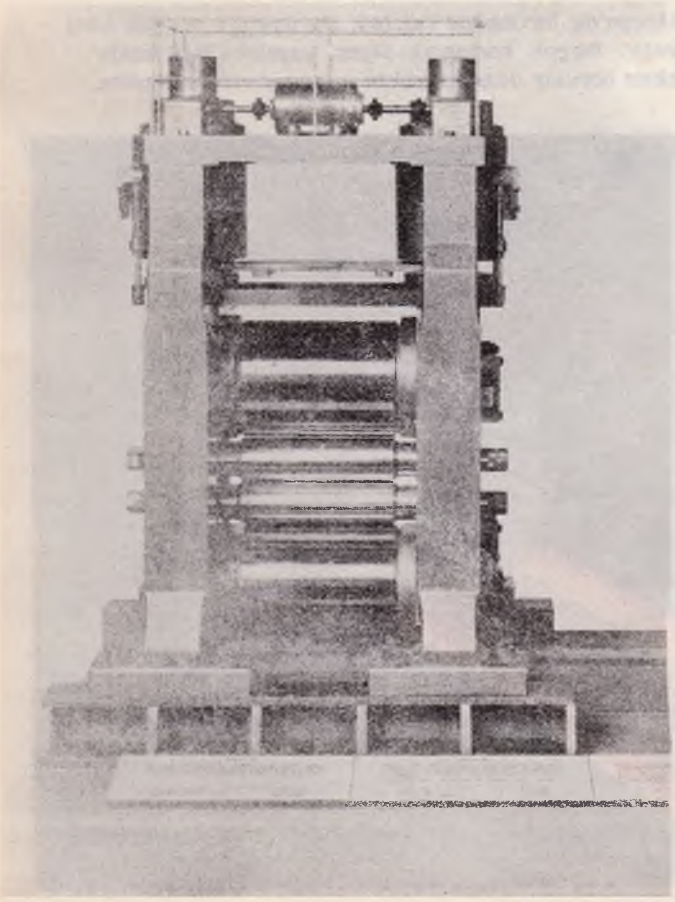
İki yatağın içine yerleştirilen merdanelerden oluşan sisteme *takım (stand)* denir. Tek takımlı sistem-

İskoçya'da bir hadde (altta). Bu aygıt, I profilli kiriş üretir. Birçok karmaşık biçim yapılabildiği halde (eksiz borular dahil), keskin iç açılar elde edilemez.





Hidrolik yükleme ve gösterge denetimli soğuk şerit haddesi. (altta) Metal çekme sırasında karşılaşılan kuvvetleri ortadan kaldırmanın bir yolu da, küçük çaplı silindirler kullanmaktır. Temas yüzeyini azaltan bu yöntem, uygulanan basıncın da artmasını sağlar.



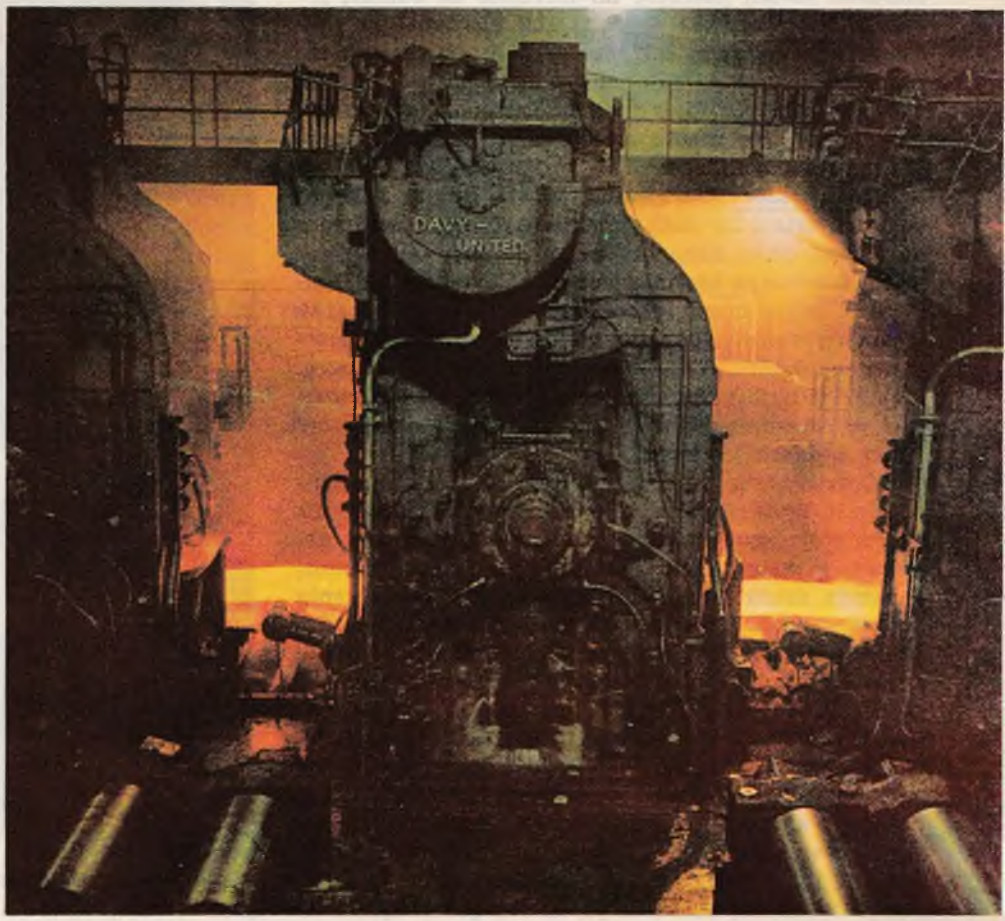
ler de vardır; ama genellikle, iki ya da üç takımdan oluşan haddeler kullanılır. Bu takımlar çeşitli biçimlerde yerleştirilir. Sözgelimi, dolambaçlı yerleştirme biçiminde, takımlar yan yana bulunur ve her takım, yanındakinin karşıt yönünde çalışır. Ardışık birimlerdeyse, iki ya da daha çok takım, düz bir hat boyunca yeralır. Dizideki her takım, aynı metal parçayı, aynı zamanda işler. Merdaneleri döndürmek için, güçlü elektrik motorlarından yararlanılır. Bazı sistemlerdeki motorlar, merdanelerin dönüş yönünü değiştirmek için, iki yönde de çalışabilir türdendir.

Merdanelerin aşağı yukarı tümü silindir biçimlidir, ama kesin biçimleri, istenilen ürünün niteliklerine bağlıdır. Ürünler üç ana grupta toplanabilir. Birinci grupta çubuklar ve ray, köşebent, profil, vb. parçalar, ikinci grupta levha, şerit gibi yassı ürünler, üçüncü gruptaysa boru olarak kullanılacak içi boş ürünler sayılabilir.

Profillerin çekilmesi: Bu tür ürünler için, istenilen biçimin merdaneler üstüne işlenmesi gerekir. Her merdane çiftinde gittikçe daralan ve biçimi istenen ürünün karmaşıklığına göre değişen, çeşitli sayıda yiv bulunur. Merdanelerin arasındaki uzaklık genellikle değiştirilmez. Boyutlarda istenen azalma, metalin giderek daralan biçimler içeren merdanelerin arasından geçirilmesi yoluyla sağlanır. Karmaşık parçalara son biçimin verilmesi, büyük duyarlık gerektirir. Kuşkusuz, keskin iç açılı parçaların çekilmesi olanaksızdır.

Yassı ürünlerin çekilmesi: Levha ve şeritleri çekmek için düz merdane kullanılır (eğilme nedeniyle or-

Sürekli döküm ve hadde. (solda) Metal levha, dönen döküm makinasıyla kesintisiz üretilir ve sıcak halde, bir eşzamanlama köprüsünden geçerek, sıcak haddeye gider (Eşzamanlama köprüsünün görevi, sıcak haddenin hızını, dolayısıyle de levhanın gerilimini ayarlamaktır. Sıcak levha oradan, soğutma bölümüne geçer ve soğuk hadde takımına gelir. İki takım arasındaki gerilimi, soğutma bölümü ayarlar. Çıkan levhanın sarıldığı bobin dolunca, yerini başka bir bobin alır. Levhayı giyotin bıçaklar keser. Altı takımlı işleme haddesinin takımlarından biri. (sağda) Her takımda, bir gövde içinde, bir grup silindir bulunur. Aynı anda çalışan bu altı takımda, metal sıcak olarak çekilir ve son haddeye ulaştığında, kaba hadde ile ara haddeden geçer. Çekme işleminden sonra, istenilen ürüne göre başka işlemler de uygulanır.



taya çıkan biçim bozukluklarını gidermek için merdanelerin çapı, ortalarında, kenardakinden biraz daha büyüktür). Farklı kalınlıklar, merdanelerin arasındaki açıklık değiştirilerek elde edilir. Bu yöntemle, ağır işlerde kullanılan 300 mm kalınlığındaki parçalardan, elektronikte kullanılan birkaç mikron kalınlığındaki (0,0001 cm) şeritlere kadar, çeşitli ürünler elde edilir. Yöntemin üretim açısından en gelişmiş örneği, çok takımlı ardışık sistemlerde, teneke levhaların çelik plakalarının yapımıdır.

Metal son birimden saatte 96 km hızla çıktığından, sarma ve kesme düzeneklerinin de bu hıza uyacak biçimde yapılmaları gerekir. Merdanelerin çapı küçültülürse, ortaya çıkan kuvvetler de aynı oranda azalır. Ne var ki, aynı ürüne karşı bu kez daha az direnç gösteren merdaneler, levhanın itmesine karşı koyamayıp aşırı eğildiklerinden, daha güçlü ek merdanelerle desteklenmeleri gerekir. Bir çift merdane içeren takım, genellikle üretimin ilk biçim verme aşamalarında kullanılır. Dört merdaneli sistemdeyse, iki

Bir levha haddesi. Resimde (solda), dönen bıçaklar ile üretim bandının üstünde yeralan denetim odası görülmektedir. Burada levha, müşterinin istediği uzunlukta kesilir. Bıçaklara ulaşan levha, soğuk durumdadır.

merdane metali işlerken, iki merdane de bunları arkadan destekler. Altı ve daha çok merdaneli sistemler, sert metallerden çok ince şerit üretmede kullanılır. Sözgelimi, A.B.D'nde çelik alaşımından bilgisayar bantları üretmede kullanılan bir sistemde, 20 merdane bulunur. Bu hadde merdaneleri, yaklaşık olarak dikiş iğnesi boyundadır.

Boru çekme: Eksiz borular, metal külçe ya da çubukların ortası bir delme makinasıyla açıldıktan sonra, ortaya çıkan kaba borunun, istenilen çapı ve kalınlığı buluncaya kadar işlenmesi yoluyla yapılır. Döndürerek delme işlemi, eksenleri birbiriyle açı yapacak biçimde yerleştirilmiş, aynı yönde dönen bir çift merdaneden oluşan *Mannesmann haddesi*nde yapılabilir. Metal döndürülürken, sivri uçlu sert bir bıçağa bastırılır ve ortasında delik oluşur. Boruları kesme işlemi, *Pilger haddesi*nde yapılır.

Çekme işlemi hem soğuk, hem de sıcak yapılabilir. Bazı ürünler yalnızca sıcak çekilir. Özellikle ilk aşamalarda, aşağı yukarı bütün metallerin sıcak çekilmesi gerekir; hattâ bazı metaller, sıcak çekilmiş durumda satılır. Sıcak çekmenin üstünlüğü, külçenin döküm yapısını bozmanın en etkili yöntem olmasıdır. Böylece, çekme için gereken kuvvet azalır ve metal sıcak olduğundan, oluşan döküm hatalarını gidermek de daha kolay olur. Sıcak çekme için 0,7 Tm'den daha yüksek sıcaklıklar gerekir (Tm, çekilecek metalin, Kelvin SICAKLIK ölçeğinde erime derecesini gösterir). Bu, çelik için yaklaşık 1 000°C, alüminyum için de 450°C kadardır. Soğuk çekmeyse, oda sıcaklığında yapılır ve işlem sırasında metal sertleştiğinden, ISIL İŞLEM'le yumuşatılması gerekir. Bazı levha ve şeritler, ya tavlanmış durumda ya da son çekme işlemi sırasında sertleşmeden ötürü, yüksek mukavemetli olarak satılır.

Pamuk işlemede, hammaddenin ön temizlemeden geçirilmesi. (üstte)

Bir ipek atölyesi. (altta) Koza içindeki kelebek, ipeğin zedelenmemesi için öldürülür.

LİF, DOĞAL

Lifler, giysi, döşeme ve endüstri için yapılan dokumaların hammaddesidir. Bunlar, iki gruba ayrılır: Doğal; yapay.

1971'de, dünya doğal lif üretiminin 17 832 000 ton, yapay lif üretimininse 8 415 000 ton olduğu sanılmaktadır. 1950-1971 yılları arasında yapay lif üretimi durmadan büyüyerek, 4 kat artış gösterirken, doğal lif üretimi, aynı süre içinde aşağı yukarı aynı kalmıştır (ya da çok az artmıştır). Yapay lif üretimi, petrokimya alanındaki gelişmeye bağlıdır. Doğal lif üretiminin artmasıysa, yüksek üretim giderleri nedeniyle, oldukça zordur.

Doğal lifler ilk olarak, keten ve kenevirin bulunduğu Taş devrinde kullanıldı. Zamanla yün, ipek ve pamuk liflerinden de yararlanılmaya başlandı. Ortaçağ'da yün üretimi çok önemli bir uğraş haline geldi. Ama pamuk ve yünün endüstri alanında işlenmesine, ancak 1750 yıllarından sonra başlandı.

Çağımızda doğal dokuma lifleri, hayvansal, bitkisel ve madensel kaynaklardan elde edilmektedir.

Hayvansal lifler: Birçok memeli hayvanın kılı

dokumacılıkta kullanılabilecek niteliktedir. En önemlisi koyun yünüdür. Farklı türde koyunlardan, değişik nitelikte yünler elde edilir: Kuzu yünü; merinos (ince ve yumuşak); melez (orta nitelikte); dağlık bölgelerde yetişen türler (kaba halı ipliği için).

Bir tek hayvandan alınan yün de farklı nitelikler gösterir. Bunlar genellikle, inceliklerine göre ayrılır. Yün sınıflandırması, kullanım amacına göre de yapılabilir.

Yün lifleri, «*keratin*» adlı bir proteinden oluşur ve sarmal biçimli hücreleri vardır. Ana hücre maddesi ya da *kabuk*, üst üste binen ince bir pul tabakasıyla (kütikül) kaplanmıştır. Mikroskop altında görülebilen bu tabaka, yüne KEÇE'leşebilme özelliğini verir. Boyanmış yünlerde, boya maddesi bu kabuk tabakasına yayılır. Yün çoğunlukla kıvırcıktır. Bu yapı yüne, esneklik ve ısıtma özelliği verir.

Yünün başlıca üretim bölgeleri, otlakları çok olan Avustralya, Yeni Zelanda, Güney Afrika ve Güney Amerika'dır. Bununla birlikte, otlakları olan bütün ülkelerde yün üretilir.

Koyunun yanı sıra kullanılan öteki hayvansal lifler şunlardır: Keçi kılı (Ankara keçisinden moher, Kaşmir keçisinden kaşmir gibi); deve; lama; tavşan; at; inek.

İpek de, hayvansal kaynaklı bir liftir. «*Bombyx mori*» adlı ipekböceğinin ördüğü kozadan elde edilir. İpeğin doğal işlevi, bir koza oluşturarak, içinde tırtılın başkalaşma geçirip kelebek haline geleceği bir koruyucu oluşturmaktır.

Kültür ipeği, kapalı yerlerde üretilir. Tırtıllar dut yapraklarıyla beslenir. Tırtıl, gün geçtikçe irileşip, dört kez deri değiştirir. Koza örmeye hazır hale gelince, özel olarak hazırlanmış dallarda kendini askıya alır. Yaklaşık üç günde örülen kozalar, birkaç kilometre uzunluğunda kesintisiz iplikten oluşur. Kelebek, kozayı delip dışarı çıkarken ipliği bozacağından, ısı, buhar ya da gazla boğularak öldürülür. Daha sonra, sıcak suya daldırılan kozalardan ipek çekilir ve makaralara sarılır. Birkaç lif bir arada bükülür.

Bitkisel lifler: Bu lifler çok çeşitlidir. Tohum, ağaç, yaprak ve meyve lifleri gruplarına ayrılabilir.

Pamuk bir tohum lifidir. «Pamuk» adlı bitkinin kozalarından elde edilir. Lifler, kozadan ve tohumlardan çırçır makinasında ayrılır.

Pamuk lifi tek hücrelidir. Aşağı yukarı arı selülozdan oluşan boru biçimli bir hücre olarak gelişir. Koza çatlayınca, lifler kurur ve mikroskop altında bakıldığında, bükümlü yassı borucukları andırır. Lifler, çok ince ve nitelikli iplikler verecek biçimde eğrilir. Pamuk iplik ya da kumaşın niteliğini yükseltmek ve bunlara parlaklık vermek için, *merserizeleme* işlemi uygulanır. Merserizeleme, iplik ya da kumaşın, derişik sodyum hidroksit çözeltisiyle işleme sokulmasıdır.

Belçika'da bir tarladan keten toplanması. (altta) Keten, insanoğlu tarafından ekilen ilk lifli bitkilerden biridir.

Bir başka tohum lifi de *kapok*tur. Aynı adlı ağaçtan elde edilir ve yalnızca cankurtaran yeleklerinde, yüzdürücü madde olarak kullanılır.

Yumuşak lifler, keten, jüt ve kenevir gibi bitki saplarından elde edilir. Keten, genellikle giyim eşyası için üretilen dokumalarda kullanılır. Bunun dışındakilerse, endüstri dokumalarında ve taban döşemelerinde yararlı olur. Jüt, bu grubun en çok kullanılan üyesidir.

Bitki saplarının suda ıslatılması gerekir. Böylece, bakterilerin sapları etkilemesiyle, denetimli bir bozunma sağlanır. Lifler, daha sonra dövülerek, mekanik yolla ayrılır. Pamuktan daha kalın, sert ve uzun olan lifler, üst üste yığılmış selüloz hücresi demetlerinden oluşur. Hücreler, «*odunözü*» adı verilen bağlayıcı maddeyle birleşmiştir.

Jüt, Pakistan ve Hindistan'da yetişir. Ketense, İrlanda, S.S.C.B., Polonya ve Belçika'da önemli yer tutar.

Yaprak lifleri ya da sert lifler de, benzer yapıdadırlar: ama birçenekli bitkilerin yaprak, sap ve gövde

Yünün işlenmesi. (sağda) Tıpkı bitkisel lifler gibi, hayvansal liflerin de üretimi ve dağıtımı, dünya ekonomisinde her zaman çok önemli bir yer tutmuştur.
Sisal, Kenya'nın üçüncü büyük dışsatım ürünüdür. (altta) Sicim ve kalın kumaş yapımında kullanılan kaba bir liftir.

delerinden elde edilirler. Bunların en önemli örnekleri, sisal ve abakadır (ya da Manila keneviri). Sisal, özellikle Tanzanya ve Meksika'da üretilir. Bozunmaya çok dayanıklı olan abakaysa, Filipinler'de yetiştirilir.

Meyve liflerine başlıca örnek, hindistancevizi lifidir. Hindistancevizinin kabuğunun dışından elde edilen bu lifler, kırmızımsı kahverengi, sert ve tel gibidir. Paspas yapımında kullanılır. Üretici ülkeler, Hindistan ve Sri Lanka'dır.

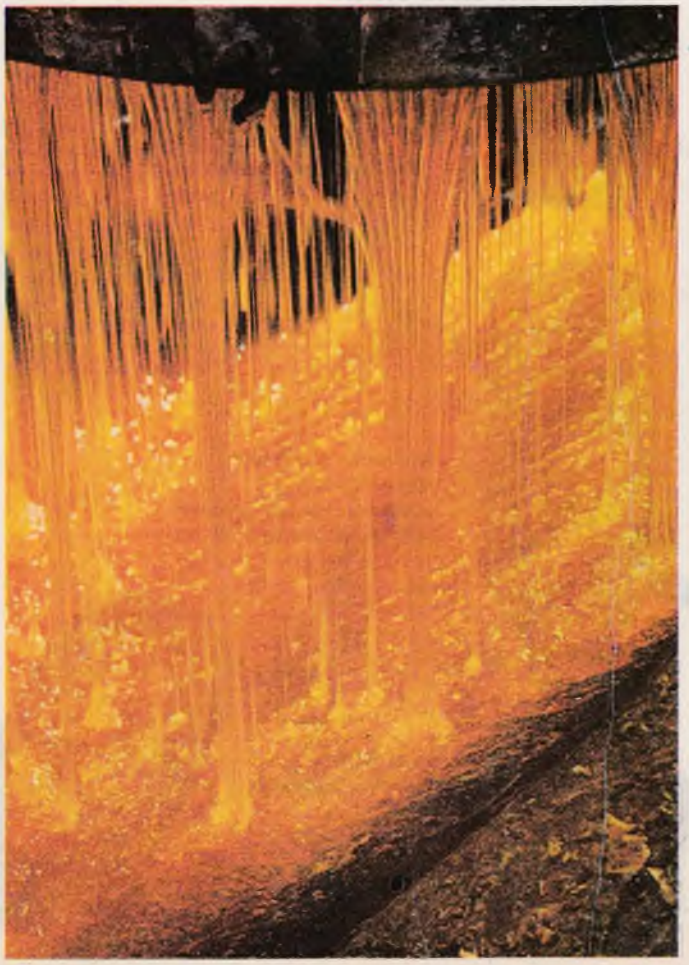
Madensel lifler: Asbest, Kanada ve Güney Afrika'da çıkarılan lifli mineral silikatlar içerir. Kaya halinde, çoğunlukla yeşilimsi renktedir. Ama öğütüldükten sonra, beyazımsı yumuşak lifler oluşturur. Bu lifler kolayca kırılır, ama kimyasal etkilere karşı çok dirençli ve ateşe dayanıklıdır. Bu nedenle, asbest lifleri, yalıtkan olarak ve koruyucu giysi yapımında kullanılır.

LİF, SENTETİK

Günümüzün dokuma endüstrisinde sentetik lifler çok önemli bir yer tutarlar. Dikkatle denetlenen tekniklerle, büyük miktarlarda üretilirler. Başka birçok ürün gibi, yapay lif üretme çabaları da, bir doğal ürünün yerini alacak yeni bir ürün oluşturma isteğiyle başlatılmıştır. Ne var ki gelişmesi, ancak insanoğlunun lifin kimyasal yapısını kavramasıyla gerçekleşebilmiştir.

İlk yapay lif üretme düşüncesi, 1664'te ortaya çıktı. Ama bu düşünce, ancak 200 yıl sonra gerçekleştirildi. 1888'de Sir Joseph Swan, nitroselüloz iplikleri yapımı için bir yöntem geliştirdi. Bu iplikler dokumada değil, elektrik ampullerinin filamanında kullanıldı. 1889 Paris fuarında da Chardonnet, yapay ipek kumaşlar sergiledi. Selülozdan yapay ipek yapımı için *kupramonyum* ve *viskoz* süreçleri bulundu. Bu liflere daha sonra, «*reyon*» adı verildi. Yapay lif endüstrisi ilerledikçe, viskoz ve kupramonyum reyon üretimi günden güne arttı. 1920 yıllarında da, başka bir yapay lif olan *selüloz asetat* ortaya çıktı.

Bu buluşu izleyen 20 yıllık sürede, polimer kimyasında çeşitli çalışmalar yapıldı. Bu durum, bütünüyle sentetik liflerin yapımına olanak sağladı. 1934'te A.B.D'nde W. H. Carothers *naylonu* geliştirdi. Naylon İkinci Dünya savaşında, paraşüt yapımında büyük ölçüde kullanıldı. *Polyester* lif, İngiltere'de 1941'de bulundu ve öteki *akrilik* ya da *triasetat* lifleri gibi, 1950'lerde üretilmeye başlandı. Aynı yıllarda, süt, yer fıstığı, soya fasulyesi ve mısırdan türetilmiş PROTEİNLER'den de lifler yapıldı. Ama bunlar, öteki yeni lifler gibi geniş ölçüde kullanılamadı.



Asetat ipliğinin bir dizi memeden sıkılarak kuru çekilmesi. (üstte) İplik, ısıtılmış hava akımı içinden geçirilir. Böylece, çözücü buharlaşır ve lifler kurur.

Sıvı halde turuncu renkli viskoz, kimyasal olarak «olgunlaştırılır». (solda) Sonra, lifleri reyona dönüştürüp katılaştıran kimyasal madde banyosunda çekilir. Giysi, döşeme, halı ve lastik kordları alanlarında geniş çapta kullanılan reyon, 1892'de bulunan viskoz süreciyle elde edilir.

Günümüzde yaklaşık 23 tür lif vardır ve bu sayı gün geçtikçe artmaktadır. Ama tüketici, bunların yalnızca birkaçıyla karşılaşır. Sözgelimi, giysi, mobilya ve ev eşyası alanlarında kullanılan önemli lif grupları şunlardır: Asetat; akrilik; naylon *(poliamit)*; polyester; reyon (viskoz ve *modal*); triasetat. *Klorofiber, elastrofiber,* CAM ELYAFI, metal iplik, *modakrilik, polietilen* ve *polipropilen* gibi öteki gruplarsa, küçük miktarlarda üretilir. Her grup, farklı fiziksel özellikler taşır ve dokuma endüstrisinin değişik bir dalında yararlı olur.

Hem doğal, hem de yapay lifler, molekülleri lif boyunca dizilmiş uzun polimer zincirlerinden oluşurlar. Sentetik lif polimerinin, çekme mukavemetinin iyi, erime noktasının yüksek olması istenir.

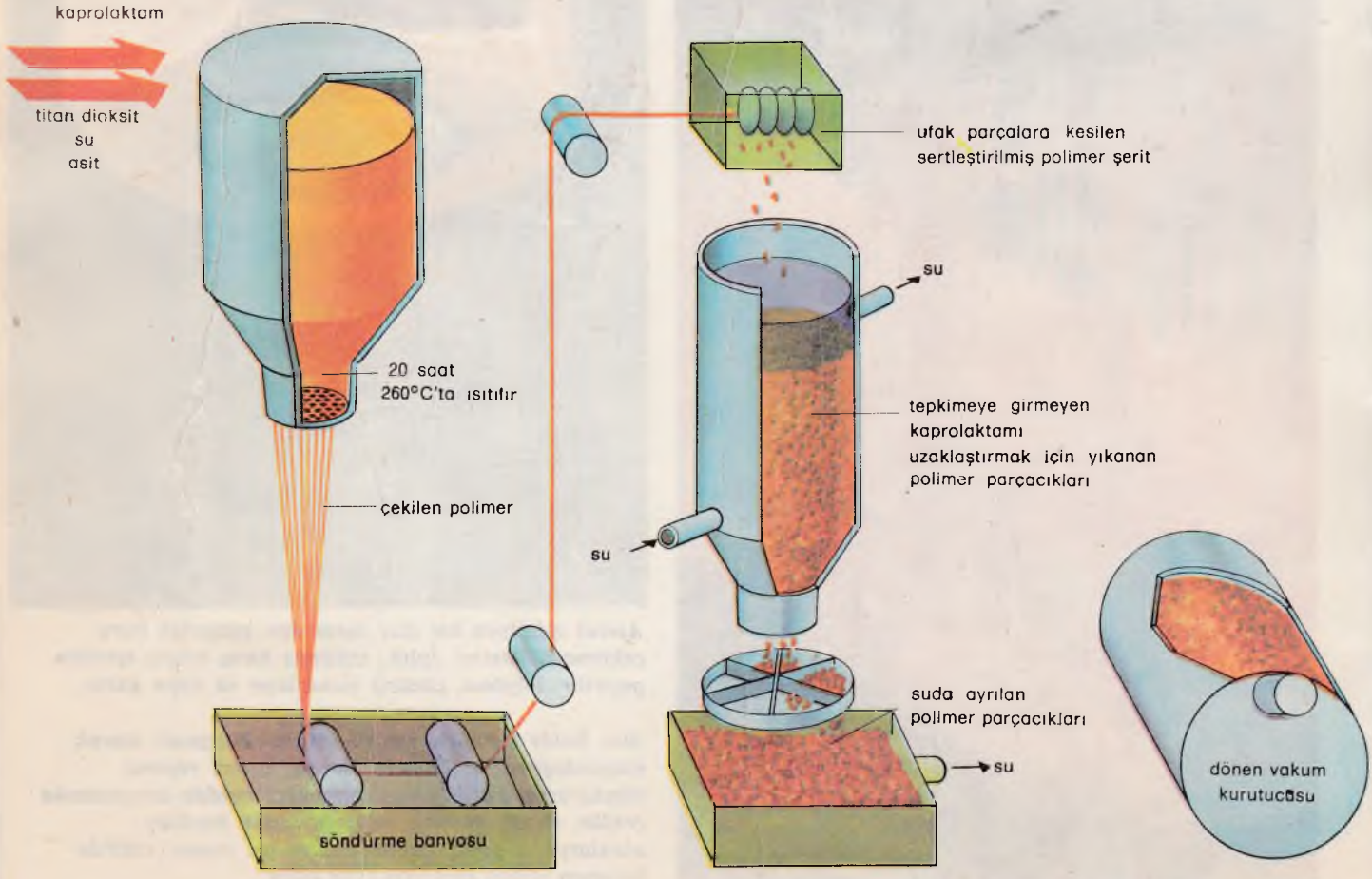
Sentetik liflerin üretimi, kabaca birbirine benzer. Polimer, eritme yoluyla ya da bir çözücü içinde çözündürülerek sıvı hale getirilir ve bir dizi küçük memeden dışarı sıkılır. Çıkan lifler, çözücünün buharlaştırılması, çöktürülmesi ya da soğutulmasıyla katılaştırılır. Lifler, daha sonra, polimer moleküllerinin paralel olarak uzaması için gerdirilir. Bu işlem, liflerin sağlamlığını artırır. Sentetik lifler, ya kesintisiz iplik halinde ya da bükme ipliklerin yapımı için, kısa lifler biçiminde üretilir.

Reyonlar: «Reyon» sözcüğü uzun yıllar, bütün yapay selüloz lifleri için ortak bir ad olarak kullanıldı. Ama artık, reyonun iki gruba ayrılması daha uygun görülmektedir: *Viskoz reyon* (standart reyon); standart reyonun değiştirilmiş biçimi olan *modal reyon.*

«Kupro» ve «viskoz» deyimleri, yapım süreçlerinin adlarından alınmıştır. Kupramonyum sürecinde selüloz, kupramonyum hidroksit içinde çözünür. Bu yöntem, bazı ülkelerde günümüzde kullanılmamakta, ama özel iplik türlerinin üretimi için bazı yerlerde hâlâ yararlı olmaktadır. 1892'de İngiltere'de bulunmuş olan viskoz süreci, hem viskoz, hem de modal reyonun temelini oluşturur.

Viskoz süreci, odun hamurunun kostik soda çözeltisine atılmasıyla başlar. Çözelti içinde hamur, soda selüloz haline dönüşür ve yabancı maddeler uzaklaştırılır. Artık alkali, sıkılarak atılır ve şişen hamur, küçük parçalar halinde kıyılır. Dinlendirme işleminden sonra, soda selüloz parçaları, parlak turuncu selüloz ksantat verecek biçimde, karbon disülfürle işleme so-

Celon üretimi. (altta) Celon'un hammadeleri olan kaprolaktam, titan dioksit ve su, yaklaşık 20 saat 260°C'ta polimerleşinceye kadar ısıtılır. Sonra, soğuma ve katılaşma için bir söndürme banyosuna sıkılır. Polimer şerit, küçük parçalara kesilir, yıkanır ve vakum altında kurutulur.



kulur. Oluşan selüloz ksantat, kostik sodada çözülür ve «*viskoz*» denen, turuncu bir sıvı verir. «Olgunlaştırma»dan sonra, viskoz, seyreltik sülfürik asit, sodyum sülfat ve çinko sülfat içeren bir banyoya boşaltılır. Bu banyoda lif, ipliğin gerdirilmesi için uygun bir oranda katılaşır.

Bu temel süreçte bazı değişiklikler yapılarak, farklı özellikler taşıyan lifler elde edilebilir: Lastik iplerinde (kord) ve başka endüstri dallarında kullanılan yüksek sağlamlıktaki viskoz Tenasco ve Tyrex; halılarda, döşemelik eşyalarda ve giysilerde kullanılan kıvrılmış viskoz; ateşe dayanıklı lifler; vb. Bütün reyonlar nemi emdiklerinden, kullanımda rahatlık sağlarlar ve dokuma endüstrisinin aşağı yukarı bütün bölümlerinde, bazen tek başına, genellikle de başka liflerle karıştırılarak kullanılırlar.

Asetat ve triasetat: Selüloz asetat ve selüloz triasetattan yapılan liflere bu adlar verilir. Kimyasal açıdan triasetat, odun hamurundan elde edilen selülozun, sülfürik asit gibi bir KATALİZÖR eşliğinde asetik asitle tepkimeye girmesiyle oluşan, bütünüyle asetilleştirilmiş selülozdur.

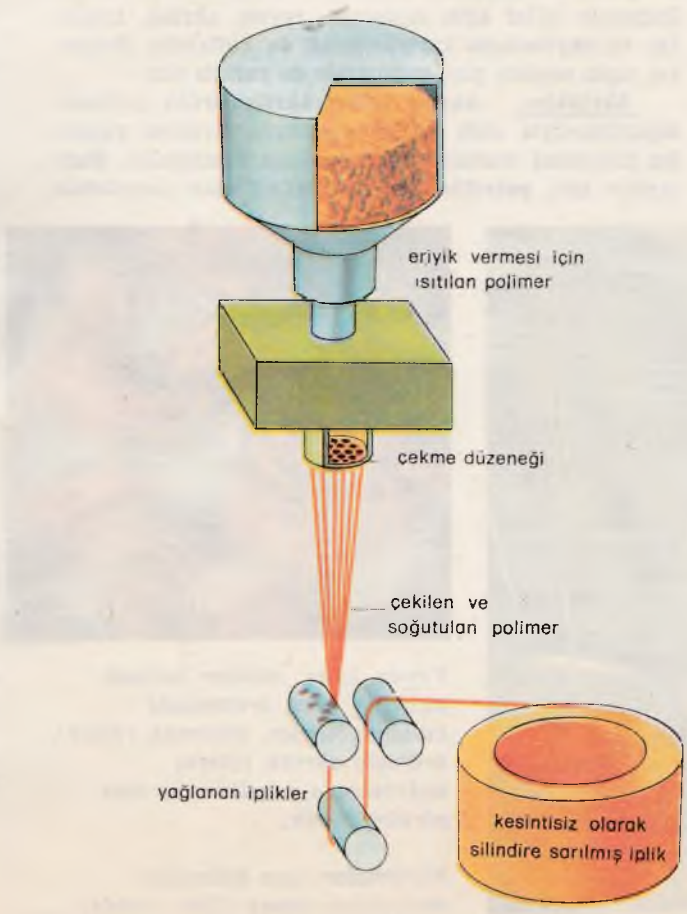
Selüloz asetat, bu triasetat çözeltisinin suyla seyreltilmesiyle oluşur. Su etkisiyle ortaya çıkan kimyasal bozunma (hidroliz), yavaş gelişir. Asetil gruplarının bir bölümü, selülozun hidroksil gruplarıyla yer değiştirir. Bu süreç, asetil gruplarının altıda biri değiştikten sonra, fazla su katılarak durdurulur. Ortaya çıkan ürüne, «selüloz asetat» ya da kısaca «asetat» adı verilir.

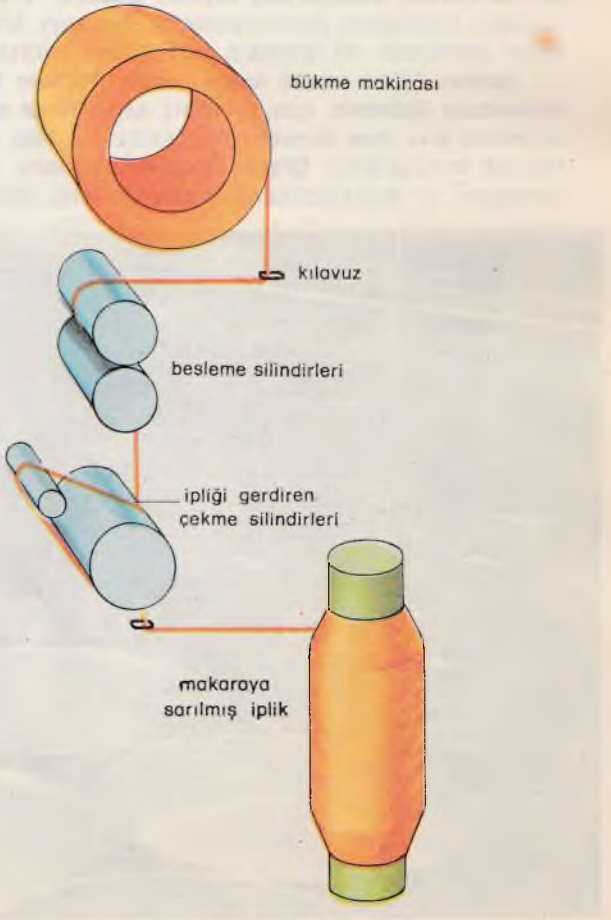
Lifler, polimerin organik çözücü içinde çözülmesiyle elde edilir. Bu çözücü, selüloz asetat için aseton, selüloz triasetat için metilen klorürdür. Viskoz çözeltisi, reyon gibi ince memelerden çekilmez. Çözücünün buharlaşarak lifleri oluşturduğu sıcak hava akımında çekilir. Viskoz sürecinde kullanılan ıslak çekme işleminin tersine, buna «kuru çekme işlemi» adı verilir.

Selüloz triasetat lifleri, 1914 öncesinden bu yana üretilmektedir. O zamanlarda bilinen tek çözücü, pahalı ve tehlikeli olan kloroformdu. Ayrıca lifler, eldeki boyalarla boyanamıyordu. Bu nedenlerle, söz konusu liflerin ticari kullanımı 40 yıl gecikti.

Asetonda çözülmüş selüloz asetat, Birinci Dünya savaşında uçak kanatlarının kaplanmasında kullanıldı. Ama, pazarı olmadığı için, savaş sonunda bırakıldı. Selüloz asetat, triasetattan daha kolay çekilebiliyordu, ama boyanması çok zordu. 1923'te selüloz asetat liflerini boyayacak yeni boya türleri bulundu. Bu

Celon'un işlenmesi. (altta) Polimer parçaları eritilir ve bir dizi ince memeden çekilir. İplikçikler soğutulur, yağlanır ve sarılır. İplik üretimi sırasında, bükme makinasını beslemede kullanılır.





buluş, yalnızca asetat için değil, aynı zamanda naylon, polyester, akrilik ve triasetatlar için de çok önemliydi. Günümüzde asetat, «Dicel» ve «Estron» gibi ticari adlarla satılır. İpeğe benzer görünüşüyle, hem döşemelik olarak, hem de giyim eşyası yapımında çok kullanılır.

Triasetat, «Tricel» ve «Arnel» adlarıyla satılır. Dayanıklı pli oluşturması, kullanılışının kolaylığı, çabuk kuruma özellikleri bakımından, tam sentetik liflere çok benzer. Triasetat, giysilerde, trikolarda, iç çamaşırlarında ve döşemelik kumaşlarda kullanılır.

Naylon (poliamit): «Naylon» ve «poliamit», bu gruptaki liflerin iki değişik adıdır. «Naylon» adı, İngiltere ve Kuzey Amerika'da, «poliamit» adı da Avrupa'da kullanılır. Naylonlar, polimer zincirindeki amit *(—CO—NH—)* bağlarıyla nitelenirler. AMİNOASİTLER'in ve *laktamın* (aminoasitlerden oluşan bir halkalı asit) polimerleştirilmesiyle ya da bir diaminin bir diasitle kopolimerleştirilmesiyle elde edilirler.

En yaygın naylonlar, naylon-6 ve naylon – 66'dır. Naylon—6, kaprolaktamın polimerleştirilmesiyle. Naylon-66'ysa, heksametilen diamin ve adipik asidin, poliheksametilen adipamit verecek biçimde kopolimerleştirilmesiyle elde edilir. Heksametilen diamin, adipik asit ve kaprolaktam, benzen ve sikloheksan gibi petrol türevlerinden kimyasal yolla üretilir.

6 ve 66 sayıları, polimerleştirilmiş kimyasal bileşikteki karbon atomlarının sayısını gösterir. Tek sayı, bileşiğin kendisinin polimerleştiğini, çift sayı, ana polimer zincirinde iki bileşiğin birleştiğini belirtir.

Naylon lifler, erimiş halde çekilir. Polimer talaşı, bozunmayı önlemek için eylemsiz atmosferde eritilir ve erimiş sıvı, ince memelerden çekilir. İplikler, soğutularak katılaştırılır. Çekme işleminden sonra, dayanıklılığını ve kullanışlılığını artırmak için, boyunun birkaç katı uzunluğa gerdirilir.

Naylon, ilk çıktığı günden bu yana şaşırtıcı bir lif olmuştur. Sağlam ve esnek olduğundan, güç eskir. Termoplastik olması, ısıtılarak kullanışlı dokumalar haline getirilmesini sağlar. Ayrıca, kıvrılıp gerilmiş ipliklerin geliştirilmesine olanak sağlayacak biçimde ısıtılabilir. Kadın çorapları üretiminin aşağı yukarı bütününde, naylon kullanılır. Dokuma uygulamalarının yanı sıra, endüstri alanında da yararlı olur. Üretildiği ülkelere göre, «Bri-naylon», «Celon», «Enkalon» ve «Antron» gibi çeşitli adlarla anılır. Son yıllarda, piyasaya antistatik naylonlar da çıkmıştır.

Polyesterler: «Polyester», etilen glikol (Bk. ALKOL) ve tereftalik asitten elde edilen polietilen tereftalattan yapılan liflere verilen addır.

Naylon gibi, polyesterlerin hammadesi de petrol türevleridir. İşlemde, paraksilen ve etilen, tereftalik asit ve etilen glikole dönüştürülür. Lifler eritilerek çekilir ve sağlamlıklarını artırmak için gerdirilir.

Polyester lifler, bütün dünyada büyük miktarlarda üretilir ve çeşitli adlarla tanınırlar: Terylene; Crimplene; Lirelle; Terlenka; Trevira; Dacron; Fortrel. Polyester dokumalar, kolayca işlenir, rahat kullanılır. Giysi yapımından kullanılan kumaşlar, polyester-yün, polyester-pamuk ve polyester-reyon karışımlarıdır. Son zamanlarda % 100 polyester kapsayan trikolar da yapılmaktadır. Örgü polyester ve polyester-pamuk kumaşlar, genellikle giysilerde kullanılır. Polyester lifler aynı zamanda, reyon, akrilik, triasetat ve naylonlarla karıştırılarak da kullanılır. Polyester, tıpkı naylon gibi, endüstride de yararlı olur.

Akrilikler: Akrilik lifler, akrilonitrilin polimerleştirilmesiyle elde edilen poliakrilonitrilden yapılır. Bu kimyasal madde, çeşitli yollarla üretilebilir. Bunlardan biri, petrolün bir yan ürünü olan propilenin,

Yapay lifler, iplikler halinde bükülüp triko üretiminde kullanılabilirler. Resimde (üstte), örülmüş akrilik liflerin mikroskopla büyütülmüş hali görülmektedir.

Kurumaları için bidonlara doldurulan yapay lifler. (solda)

amonyakla birleştirilmesidir.

Lifler çoğunlukla ıslak, yani, sulu bir pıhtılaşma banyosunda çekilir. Ama kuru çekilenleri de vardır.

Akrilikler, kolay işlenmeleri ve kullanışlı olmalarının yanı sıra, yumuşaklıklarıyla da tanınırlar. Yumuşaklığın ve ısıtma özelliğinin artırılması için, yeni yöntemler geliştirilmiştir. Hızla gelişen bu lif grubu, şu ticari adlarla tanınır: Acrilan; Orlon; Courtelle; Dralon. Örgü kumaşlar, kürk taklitleri, döşemelik ve halılarda çok kullanılırlar. Akrilikler çoğunlukla tek başına kullanılır; ama naylon, polyester, yün ve viskozla karıştırıldıkları da olur.

Modakrilikler, akrilonitrilin, ya vinille, ya vinilidin klorürle ya da ikisiyle birden oluşturduğu polimerlerden yapılan liflerdir. Dokuma özellikleri olarak akriliklere çok benzerler. Ayrıca, ateşe dayanıklılık özelliği de gösterebilirler.

Öteki lif grupları: Bunların dışındaki lifler küçük miktarlarda üretilirler. Bununla birlikte, dokuma endüstrisinde önemli uygulama alanları vardır. Elastofiberler («elastomerli» ya da «spandeks» de denir), uluslararası standartlarda *«elastan»* ve *«elastodien»* adlarıyla tanınırlar. Bunlar, kauçuk gibi esnektirler ve mayo tipi giysiler için, «Spanzelle» ve «Lycra» adları altında, geniş çapta kullanılırlar.

Cam lifi, perde yapımında ve endüstride (daha çok, reçinelerle levha oluşturmak için) kullanılır. Vinil ya da vinilidin klorürden yapılan klorofiber, bazı kumaşlara ateşe dayanma özelliği verir.

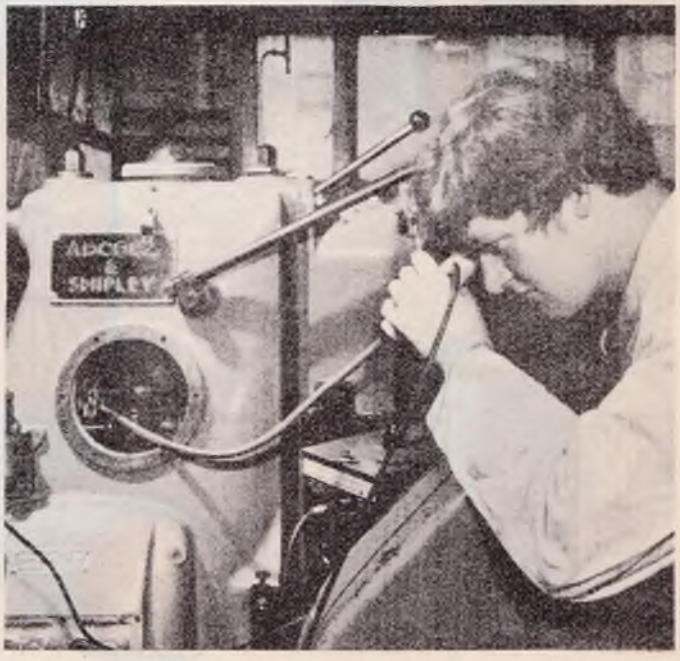
Polietilen iplikler, şezlong ve balık ağlarının yapımında kullanılırlar. Polipropilense, halı arkalarının kaplanmasında yararlı olur.

Yalnızca endüstride kullanılan lif grupları da vardır. Son zamanlarda geliştirilmiş yeni bir lif türü de, ince levhaların yapımında kullanılan KARBON LİFİ'dir.

LİF OPTİĞİ

Havuz fıskiyelerini ışıklandırmada yararlanılan ilkeler, lif optiğinde de kullanılır. İnce cam lifleri, ışığı, çok az bir yitimle iletirler.

İletimin ilkesi, *tam yansıma* olayından kaynaklanır. Su ve hava gibi ışığı geçiren her ortamda, ortama gelen ışık, belli bir ölçüde kırılır. Kırılmanın büyüklüğünü, ortamın *kırılma indisi* belirler (Bk. OPTİK). Ortamın yüzeyi ile gelen ışın arasındaki açıya, *«geliş açısı»* denir. Geliş açısı büyüyüp, sınır değeri



Optik liflerden oluşan atkuyruğu biçimli bir süsleme lambası. (sağda üstte) Demetin dibinde yanan ışık, lif boyunca ilerleyip, uçlarda birer benek görünümü oluşturur. Işık kaynağı ile demetin dibi arasına oturtulan renkli filtre çarkı döndükçe, beneklerin rengi değişir.
Bir makinanın erişilemeyen bölümlerini denetlemek için kullanılan gözleme aygıtı. (sağda altta) Işık kaynağı, gözetleme ucundadır. Hem ışık, hem de görüntü, aynı demet tarafından iletilir.

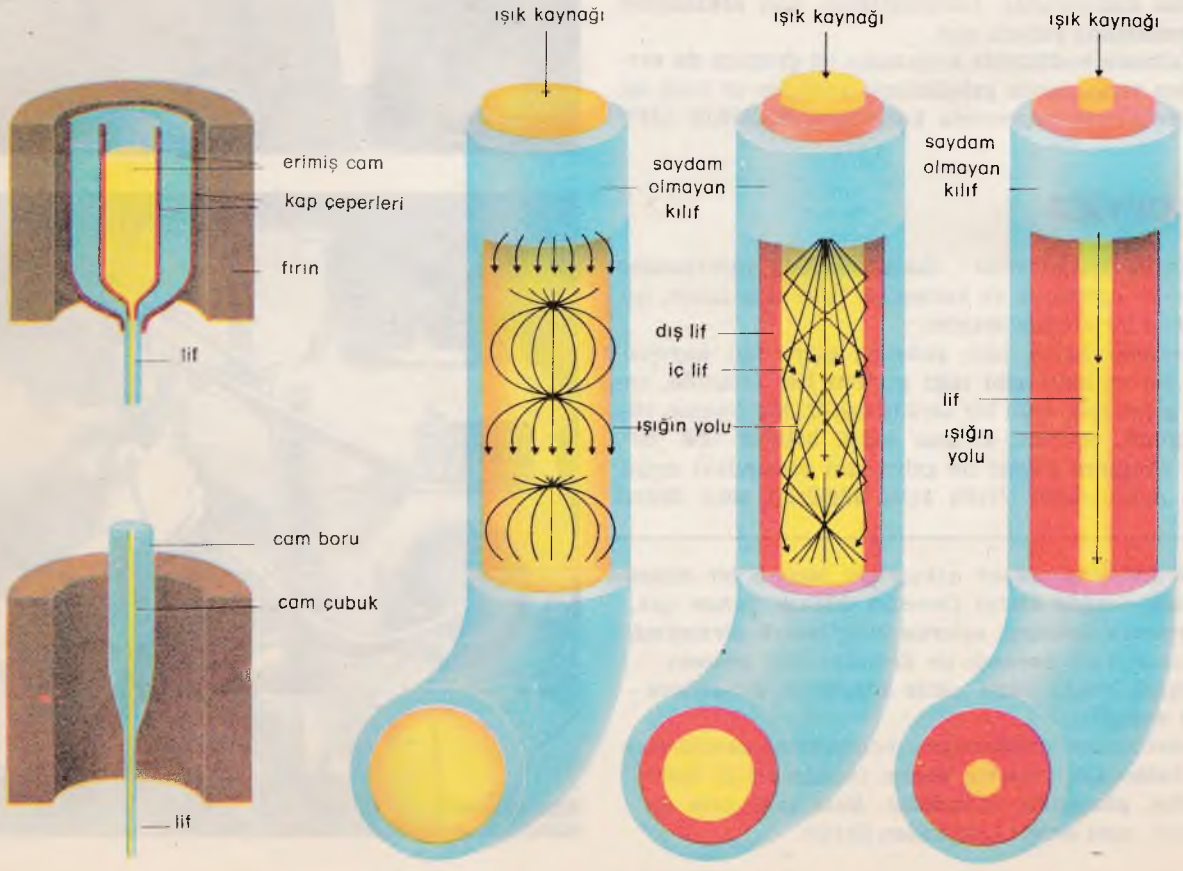
aşınca, ışın artık ikinci ortama geçmez ve geldiği ortama geri yansır. Bu olaya *«tam yansıma»* adı verilir.

Söz konusu olay, su sütunlarında ve cam çubuklarda da oluşur. Ne var ki, yansıma yüzeyinin engebeleri ve geliş açısının istenen değerden sapması, ışığın dağılıp yitmesine neden olabilir. Ayrıca, yansıtıcı cam çubuğun rijit olması gerekir.

Lif optiğinin gelişmesiyle, bu sorunların üstesinden gelinmiştir. Optik lif, kırılma indisi düşük bir malzemeyle sarılmış, cam ya da plastik bir çekirdekten oluşur. Bu özellik, ışık yitimlerinin az olmasını, lifin inceliği de, esnekliği sağlar. Optik liflerde ışık yitimi ya da soğurması çok düşüktür.

Optik lif üretimi: Optik lif üretiminde, *«çubuk ve boru»* adı verilen ve çok kullanılan bir yöntem vardır. Çubuk ve boru yönteminde, 25 mm çapında bir cam çubuk, cam bir boru içine gevşek olarak yerleştirilir. Sonra, iki parça düşey konumda tutulur ve alt uçlarından, boru biçimli küçük bir fırında ısıtılır. Uygun sıcaklığa erişildiğinde, çubuk ve boru yumuşadığından, aşağı doğru çekildiklerinde ortaya lif çıkar.

Optik yolla iletişimde kullanılan bu minik lazer aygıtının (üstte) çıkışı, biçimlendirilmiş (modüle edilmiş) bir sinyalle birlikte değişir. Biçimlendirilmiş ışın, doğrudan 1 mm çapındaki optik liften geçerek iletilir. Böylece, sinyalin elektrik ya da magnetik etkilerden ve girişimlerden etkilenmesi söz konusu olmaz.



Optik lif yapımı. (altta) Optik lif yapımı yöntemlerinin birinde, eşmerkezli kaplar kullanılır. Erimiş cam, kaplardan çıkarken soğutulur. Başka bir yöntem de, çubuk ve boru yöntemidir. Bazı optik liflerin içi homojendir, bazılarınınki de, dışa doğru giderek artan bir kırılma indisi gösterir.

Bu lif, döner bir tambura sarılır.

Camdan yapılan optik lifler, yaklaşık 0,01 mm — 0,15 mm arasında değişen çaplarda üretilir (insan saçının çapı, yaklaşık 0,05 mm'dir). Plastiktense, esnekliğini yitirmemiş, daha büyük çaplı lifler yapılabilir. Hem cam, hem de plastik lifler, genellikle birkaç yüz liflik demetler halinde kullanılır.

Uygulama alanları: Optik cam lifleri, süsleme amacıyla olduğu kadar, iletişim gibi teknik alanlarda da kullanılır. Kalın lif demetlerinden yapılmış, süsleme amacıyla kullanılan masa lambaları, oldukça yaygınlaşmıştır. Değişik renkte ışıklarla aydınlatılan bu lifler, uç noktalarında ışık benekleri bulunan ağaçlara benzer.

Lif optiğinin teknik kullanımında, hem düzenli, hem de düzensiz lif demetlerinden yararlanılır. Düzensiz lif demetlerinden oluşan bir ışık güdücüde, liflerin iki ucunun konumu arasında bir ilişki yoktur. Bu tür ışık güdücüler, ulaşılamayan yerlerde aydınlatma kaynağı olarak kullanılabilir. Demetteki lifler iki uçta da aynı konumu koruyorsa, buna «*düzenli demet*» denir. Bu durumda optik görüntüler, bir uçtan öbür uca iletilebilir.

Optik liflerin en yaygın kullanım alanı, tıp aygıtlarıdır. Düzensiz ışık güdücüler, beden içindeki bir noktayı kolayca aydınlatırlar. Düzenli güdücülerse, gözlem ya da fotoğraf çekmek için kullanılır. Bu durumlarda, optik lifin en önemli özelliği, esnekliğidir. Söz konusu aygıtların en yaygınları, BRONKOSKOP, endoskop, gastroskop, sistoskop, vb'dir.

Optik liflerin en ilgi çekici uygulaması, optik iletişim alanındadır. Bir optik lifle ışığın iletilmesi, bir telden elektrik sinyalinin iletilmesiyle eşdeğerlidir. Ayrıca optik lif, birçok bakımdan telden üstündür: Daha çok bilgi taşıma kapasitesi olması (tek bir lif, birkaç bin telefon konuşması taşıyabilir); elektriksel girişim sakıncasını ortadan kaldırması; vb. Bu uygulamalarda optik lifin, ışığı yüzlerce metre uzağa çok az zayıflamayla iletecek özellikte olması istenir. Bazı durumlarda, kilometrelerce uzunlukta liflerin yapılması gerekir. Söz konusu istekler, lif malzemelerinin ve üretim yöntemlerinin geliştirilmesine yol açmaktadır.

LİLİENTHAL, OTTO (1848-1896)

Çeşitli buluşları olan Alman mühendis Otto Lilienthal, havacılık konusunda öncülük yapmış kişilerdendir. Yaşamı süresince, yüzlerce motorsuz uçuş gerçekleştirmiştir. PLANÖR'üyle ulaştığı uzaklıklara ilişkin veriler çok değişikse de, 1890 yıllarında, en az 230 m yüksekliğe kadar çıktığı saptanmıştır.

Lilienthal, Almanya'nın Anklam kentinde, 23 Mayıs 1848 yılında doğdu. Potsdam Teknik Okulu'nda mühendislik okudu; daha sonra (1867-1870 yılları arasında) Berlin Teknik Akademisi'nde öğrenimini sürdürdü. Çocukken, kardeşi Gustav'la birlikte kuşların, özellikle de leyleğin uçuşunu gözlerdi. Bu gözlemler sonucu, havadan ağır araçlarla uçuş için en uygun tasarımın, yay biçimli bir kanat yüzeyi olduğu gerçeğini ve yükseklere çıkışta, yükselen hava akımlarının önemini kavradı. 1889 yılında, *Der Vogelflug als Grundlage der Fliegerkunst* (Uçma Sanatının Temeli: Kuş Uçuşu) adlı bir kitap yayınladı. Bu kitap ve 1894'te yayınlanan uçan makinalara ilişkin yazıları, aeronotik konusunda yapılan temel çalışmalar olarak nitelendirildi.

1880 yılında Fransa-Prusya savaşına katıldıktan sonra, birçoğu kendi buluşu olan hafif buharlı motorlar, çelik makaralar ve sirenler üreten bir fabrika kurdu. Uçma üstüne yaptığı deneylerden sonra, 1891 yılında insan taşıyan ilk planörünü yaptı. Bezle kaplanmış, iki eğik kanattan oluşan bu araca, Lilienthal,

Lilienthal'in insanlı planörleri, üstünde kolların yerleştirildiği yerler bulunan bir kanat sistemi ile aracı denetlemeye yardımcı olan bir çubuktan oluşuyordu.

Resimde (üstte) Lilienthal, 19 Ekim 1895'te çift kanatlı bir planörle uçarken görülmektedir. Lichterfelde yakınlarında yaptığı tepe, 15 m yüksekliğindeydi ve koni biçimli yapısı sayesinde, atlayış yönü, rüzgara göre ayarlanabiliyordu.

kollarından asılarak tutunuyor ve dengesini bedeniyle sağlıyordu. Çıkışı koşarak gerçekleştiren Lilienthal, bu amaçla 15 m yüksekliğinde, rüzgar yönünden bağımsız olan, yapay bir tepe de yapmıştı.

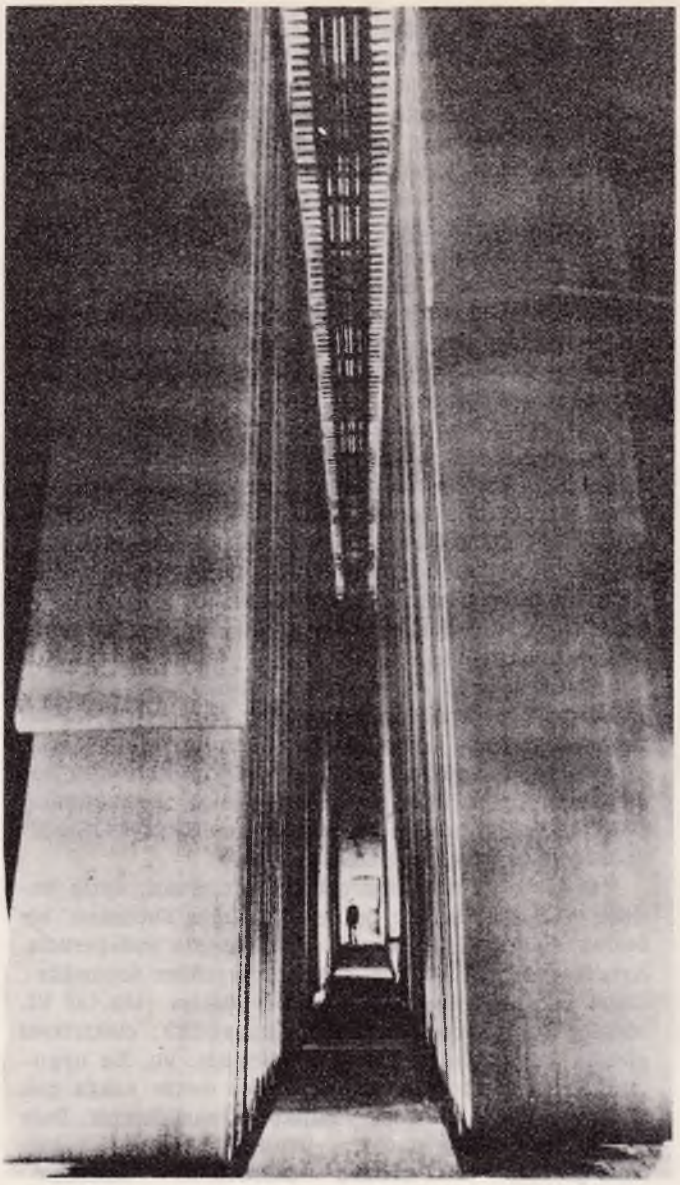
1893 yılında planörünün boyunu 7 metreye, yüzey alanınıysa 14 m²'ye çıkardı. Araç 20 kg ağırlığındaydı. Lilienthal, 1896 yılına kadar planörler üstündeki çalışmalarını sürdürdü ve kanatları hareket ettirmeye yarayan küçük bir motorla çalışan, çift kanatlı bir uçak yaptı. Ne var ki, bu yeni buluşunu geliştiremeden, 9 Ağustos 1896 yılında Rhinow yakınlarındaki tepelere çarparak öldü.

WRİGHT kardeşler ve Octave Chanute gibi havacılara esin kaynağı olan çalışmalarını, ölümünden sonra, kardeşi Gustav sürdürdü. Otto Lilienthal'ın anısı, havacılık alanında dünyanın en büyük ödüllerinden biri olan Lilienthal madalyasıyla yaşatıldı.

LİNOLYUM ÜRETİMİ

Linolyum (yer muşambası), en eski ve en iyi bilinen düzgün yüzeyli yer kaplamasıdır. Ucuz ve yıkanabilir bir kaplama olarak, yüz yılı aşkın bir süredir, çok çeşitli desenlerde yapılmakta ve halı yerine kullanılmaktadır.

Linolyum, 1861 dolaylarında Frederick Walton

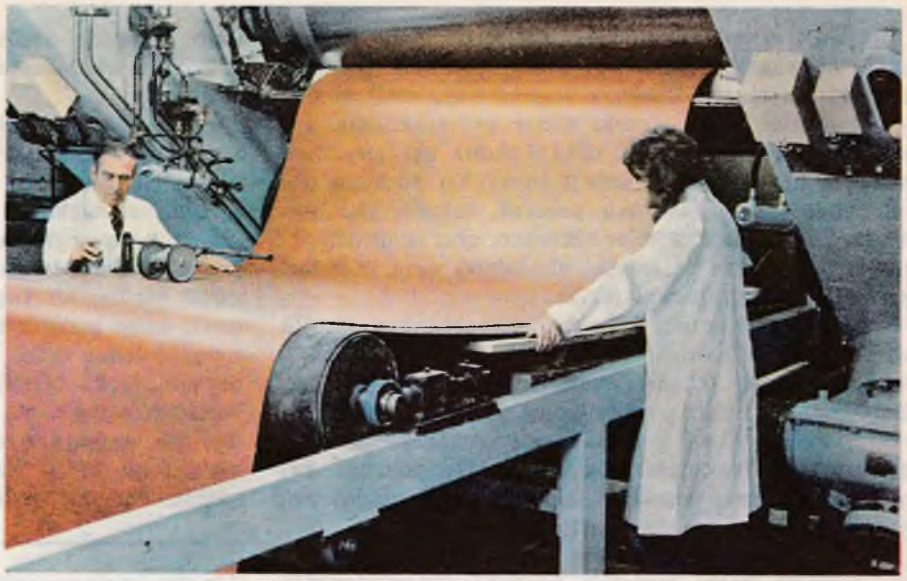


tarafından bulundu. Linolyum yapımında ilk yöntem, hafif bir pamuk astar parçasının, iki ucundan gerilip, üstüne bezir yağı sürülmesiydi. Bezir yağı yükseltgenince, üstüne yeniden bezir yağı dökülür ve reçine, mantar ya da odun tozu eklenirdi.

Bu yöntem, kısa bir süre sonra yerini, günümüzde de kullanılan daha elverişli bir yönteme bıraktı. Yeni yöntemde bezir yağı, güç akacak derecede kalınlaşıncaya kadar, kazanlarda ısıtılarak yükseltgenir. Reçine katılıp karıştırılarak, ısıtma sürdürülür. Bazen, ısıtma sırasında içinden hava üflenir, sonra da dolgu maddeleri ve renklendirme için pigmentler katılır. Karışım, *perdahlanır* (levhalar halinde preslenir) ve taban astar uygulanır. Astar olarak önceleri, günümüzde de ağır linolyum için kullanılan çuval bezinden yararlanılırdı; ama modern linolyumlara, asfalt emdirilmiş keçe uygulanmaktadır. Astarlamadan sonra linolyum, sertleşmesi için sıcak odalara asılır ve bu

Linolyumun sıcak odalarda bekletilmesi. (solda) Yaklaşık on gün bekletildikten sonra, istenilen uzunlukta kesilir ve sarılır.

Resimde (sağda) , bir tür linolyumun preste perdahlanması görülmektedir. Parlatılmış çelikten yapılmış merdaneler, yükseltgenmiş bezir yağı kaplama üstüne büyük basınç uygulamaktadır.



işlem haftalarca sürer (linolyum yer karoları, daha uzun süre ısıtılarak, daha da sert hale getirilir).

1900 yılı dolaylarında Walton, çeşitli desenlerin üretimine olanak veren bir desen basma makinası bulmuştur. Desenli modern ürünlerse, boya karışımın «pişirme»den önce, basınç altında kalmasıyla yapılır. Mermer desenli ürünler, pigmentlerin dikkatle karıştırılmasıyla elde edilir. Mermer deseni, perdah silindirlerinin basıncı ayarlanarak denetlenir.

Uzun süredir mutfak ve banyolarda döşeme olarak kullanılmış olmasına ve sert astarına keçeyi korumak için özel maddelerin emdirilmiş bulunmasına karşılık, linolyum tabanlarının nemden korunması önemlidir. İkinci Dünya savaşından sonra, bitümlü yer karosu ve özellikle vinil yer kaplamaları (marley) gibi yeni ürünlerin rekabetiyle karşılaşan linolyum üretimi, büyük ölçüde azalmıştır.

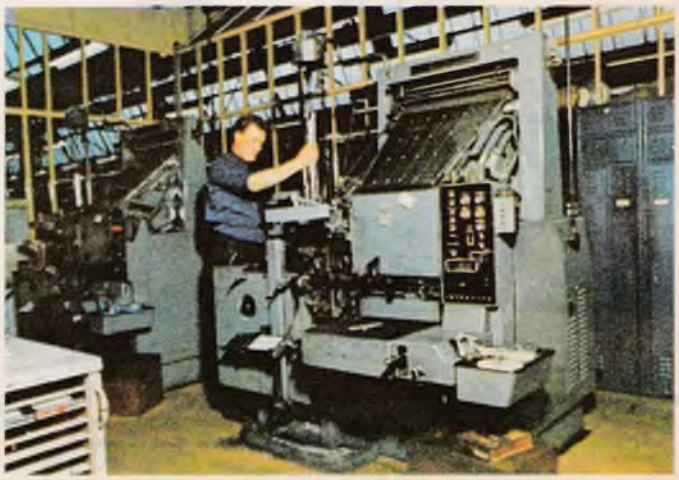
LİNOTİP ve MONOTİP

GUTENBERG'in matbaa makinasını bulmasından bu yana beş yüz yılı aşkın bir sürenin geçmiş olmasına karşılık, bazı uygulamalarda satırların hâlâ elle dizilmesi gerekebilir. Kuşkusuz bu yöntem, uzun yazılar söz konusu olduğunda çok yavaş ve pahalıdır. Gazete, dergi ve kitap gibi çok sayıda basılan örneklerde, gereksinimin karşılanması için, çeşitli otomatikleştirme yöntemleri denenmiş ve sonunda iki ayrı sistem geliştirilmiştir. *Satır dizme* ilkesine göre çalışan birinci yöntemde, satırlar, *blok* halinde dökülür (sözgelimi linotip ve entertip). İkinci yöntemdeyse (sözgelimi monotip), harfler birer birer satır kalıbına yerleştirilerek son biçim oluşturulur.

Satır dizme makinaları: Satır dizme makinaları, yazma ve dökme işlevlerini birleştiren bir tek birimden oluşur. Aygıtın klavyesinde, her birinde on beş tuş bulunan altı sıra, yani doksan tuş vardır. Her tuşa basıldığında, matris kasasından *(mağaza)* o harfle ilgili matris çıkar. Pirinçten yapılan dikdörtgen biçimli, ince matrislerin uzun yanlarında, latin harfleri ve italik harfler yeralır. Matrislerin üst kenarlarında da, bunların, yerlerine düzgün yerleşmesini sağlayan dişler bulunur. Her harfin matrisi, kendine ait bir kasa içinde, aygıtın üst bölümünde bulunur. Tuşa basıldığı zaman matris, hareketli bir bandın üstüne düşer ve dizgi bölümüne iletilir. Sözcüklerin arasına, klavyedeki ara tuşuna basılarak, kama biçimli çubuklar *(espas)* yerleştirilir.

Ayrılan satır genişliğinin sonuna yaklaşıldığı zaman, bir tuşa basılarak, hazırlanan matris, ilk taşıyıcının üstüne aktarılır. Bundan sonra döküm işlemi otomatik olarak yapıldığından, dizgici yeni bir satırı yazmaya başlayabilir. Satır, kalıp bölümüne varınca espaslar yükseltilir. Bunların biçiminden ötürü, sözcüklerin arası eşit aralıklarla açılır ve satır, ötekilerle aynı uzunlukta olmasını sağlayacak biçimde ayarlanır.

Entertip makina (altta) iki ayrı birimden oluşur: Klavye; döküm makinası. Dizgici, döküm makinasını çalıştıran delikli kağıt şeridi hazırlar. Resimde, döküm makinasına metal doldurulması görülmektedir.



İçinde erimiş kızgın alaşım bulunan pota, döküm çarkının arkasına takılır ve piston biçimli bir itici, kızgın alaşımı matris kalıbına püskürterek, satır bloğunu oluşturur. Döküm çarkı döner ve arkasındaki bıçak, bloğun yüksekliğini (23,317 mm) ayarlar. Blok, hem ön, hem de arka yüzünü duyarlıkla düzelten paralel bıçakların arasından geçerek, taşıma kanalına düşer. Söz konusu işlemler sürerken, onu izleyen matrisler, makinanın üstündeki bir bantla aynı işlemleri görmek için taşınıp sıralanırlar.

En çok kullanılan satır dizme makinaları, linotip ve entertiptir. Ayrıntılarının farklı olmasına karşılık, bu iki modelin çalışma ilkeleri birbirine benzer. Değişik işler için, farklı modeller de yapılmıştır. Her karakter için ayrı bir matris kasası (mağaza) gerektiğinden, dizgi makinalarında birçok kasa bulunur. Aynı satırda on ayrı karakter kullanılmasına olanak veren, *mikser dizgi makinaları* da vardır.

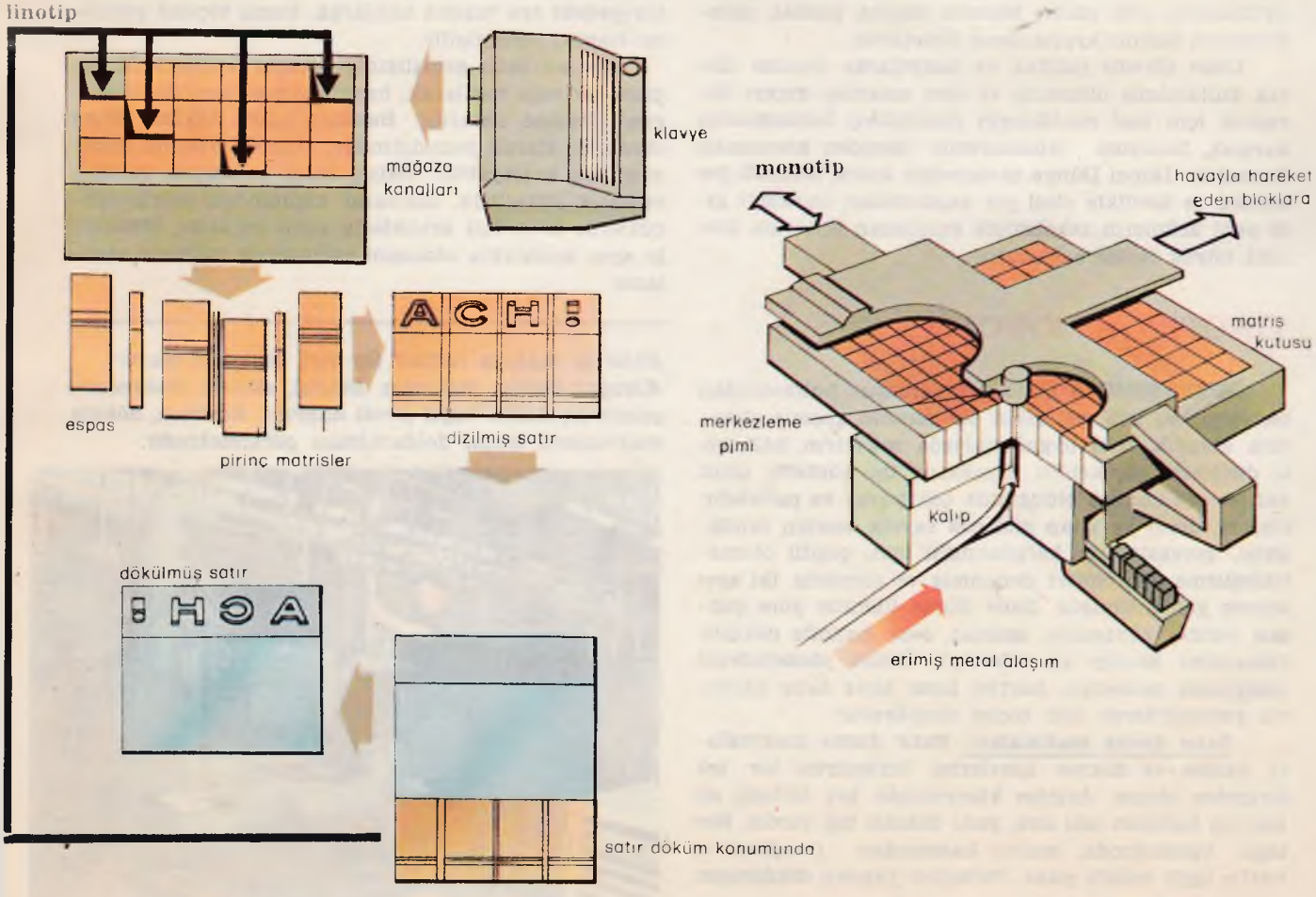
Son yıllarda satır döküm makinaları, kağıt şeritle otomatik baskı yapacak biçimde düzenlenmiştir. Kağıt şeritte delikler, basımevinde açılabileceği gibi, gerektiği zaman (sözgelimi gazetelerin farklı kentlerdeki baskıları için), baskı yerlerine merkezden, haberleşme kanalları aracılığıyla da iletilebilir.

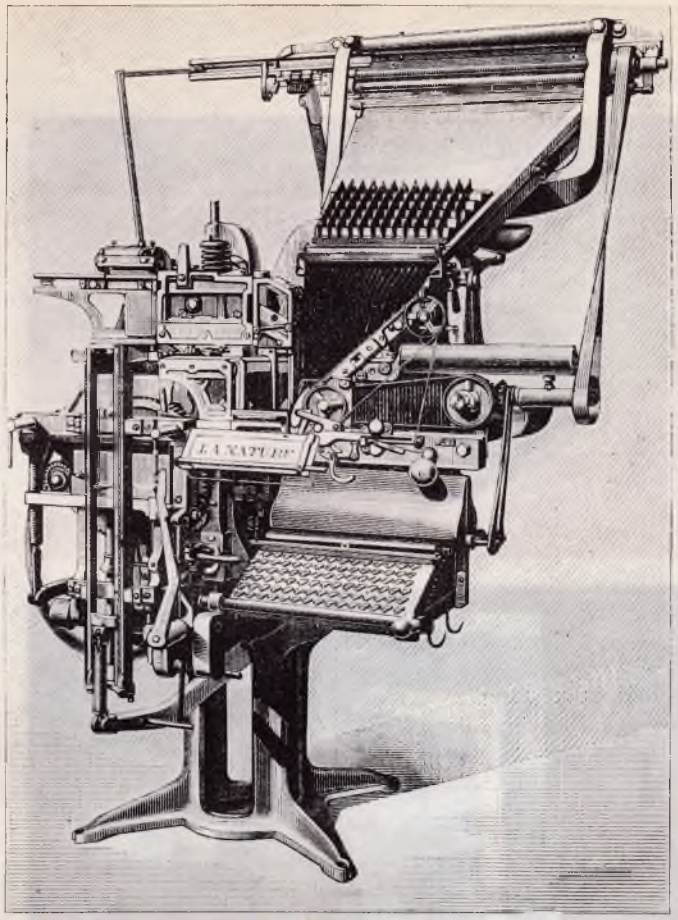
Satır dizgi makinaları, çok yazı içeren ve çabuk çoğaltılması gereken yazıların, yani gazete ve dergilerin basımına uygundur. Çok yönlü olan bu makinalar, birçok basımevinde değişik amaçlarla da kullanılır.

Tek tek harflerle dizgi: Monotip makinaları iki ayrı bölümden oluşur: Klavye; döküm makinası. Klavyeden çıkan delikli kağıt şerit, döküm makinasının çalışmasını sağlar.

Monotiplerin, daktilo makinalarınınkine benzeyen klavyelerinde, yan yana yerleştirilmiş iki ayrı harf dizisi vardır. Bir tuşa basıldığında püsküren basınçlı hava, kağıt şerit üstünde delikler açar. Aygıtta 31 tane püskürtme deliği vardır. Her harf, 1 ile 4 arasında deliğin, farklı biçimlerde dizilişlerinden oluşur. Tuşa basıldığı zaman, bir ibre, «*em ölçeği*» (*em* 0,4233 cm' dir) adı verilen bir ölçek üstünde hareket ederek, dizgicinin ne kadar kağıt kullanıldığını görebilmesini sağlar. Parmak tuştan kaldırıldığı zaman, şerit, bir

Linotip baskı çizimi (altta solda): Tuşlara basıldıkça banda düşen matrisler birleştirilir ve döküm birimine iletilir.
Monotipteyse (altta sağda), kağıt şeritteki deliklerden geçen basınçlı hava, küçük blokları havaya kaldırır, çekici kolları hareket ettirir ve kalıbın üstündeki matrisin şeklini belirler.





sonraki nokta dizisi için, 0,3175 cm ilerler. Satırın sonuna varıldığı zaman, bir zil çalar ve dizgici, yazdığı sözcüğü ya tamamlar ya da yarıda keserek bir sonraki satıra geçer. Sonra, *em* ölçeği üstünde yeralan ayar silindirinden okuduğu değerlere göre, ayar tuşlarına basar. Bir başka tuş da ibreyi yerine döndürür. Yazma işlemi, *galey*i (kalıpları taşıyan metal tekne) dolduracak sayıda harf yazılıncaya kadar sürer.

Kağıt şerit bobini, oradan döküm makinasına iletilir ve 31 hava püskürtme deliğini besleyen, 31 hava borusunun üstüne yerleştirilir. Harflere karşılık olan deliklerden püsküren hava, kalıp ağzının üstünde matrisin durumunu belirler. Harf matrisi yerini alınca, içinden bir pim geçerek oynamamasını sağlar. Daha sonra kalıba erimiş alaşım dökülür. Alaşım, matrisin biçimine uyarak istenilen harfleri oluşturur. Böylece, tek tek dökülen harfler satır tamamlanıncaya kadar yerlerinde kalır; satır tamamlanınca da tümü birden bir kanala itilir.

Fosforlu bronzdan yapılan matrislerin bir kenarı 0,5 cm uzunluğundadır. Bu matrisler sıralar halinde düzenlenir. Sıra sayısı, makinanın modeline bağlıdır. Eski modellerde 15 sırada 15 matris (225 konum), yeni modellerde 15 matrisli 17 sıra (255 konum), birim kaydırma sistemli makinalarda da 16 matrisli 17 sıra (272 konum) vardır.

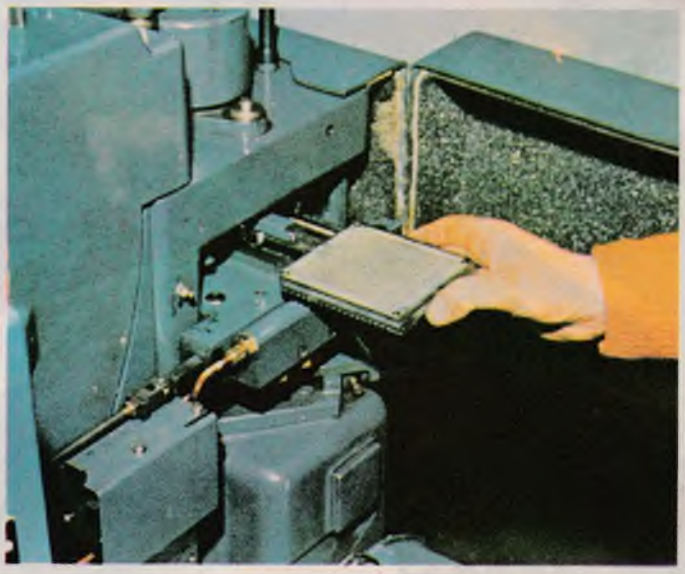
Alışılmış döküm makinalarına benzeyen Monotip Süper döküm makinası, 4,5-72 punto arasını (1 punto: 0,376 065 mm) dökecek biçimde özel olarak yapılmıştır. Bu makina aynı zamanda, satır arası boşluk kalıplarını, sütunları, kenarları ve aralıkları da basabilir.

İlk kez 1880 yıllarında yapılan satır dizme makinaları, günümüzde de gazete ve başka baskı işlerinde kullanılmaktadır (üstte)

Örneği karşısına yerleştiren dizgici, ilgili tuşlara basar. (solda)

Bir monotip klavyesi. (altta) Yazılar, kağıt şeride kaydedilmektedir.

Monofoto makinası matris kutusunun, döküm makinasına yerleştirilmesi. (altta) Küçük kutu, ana negatifin bütün özelliklerini içerir. Makina, istenilen büyütmeye ayarlanabilir. Bu işlemden, alışılmış 3 boyutlu baskı değil, 2 boyutlu fotoğraf görüntüsü elde edilir.



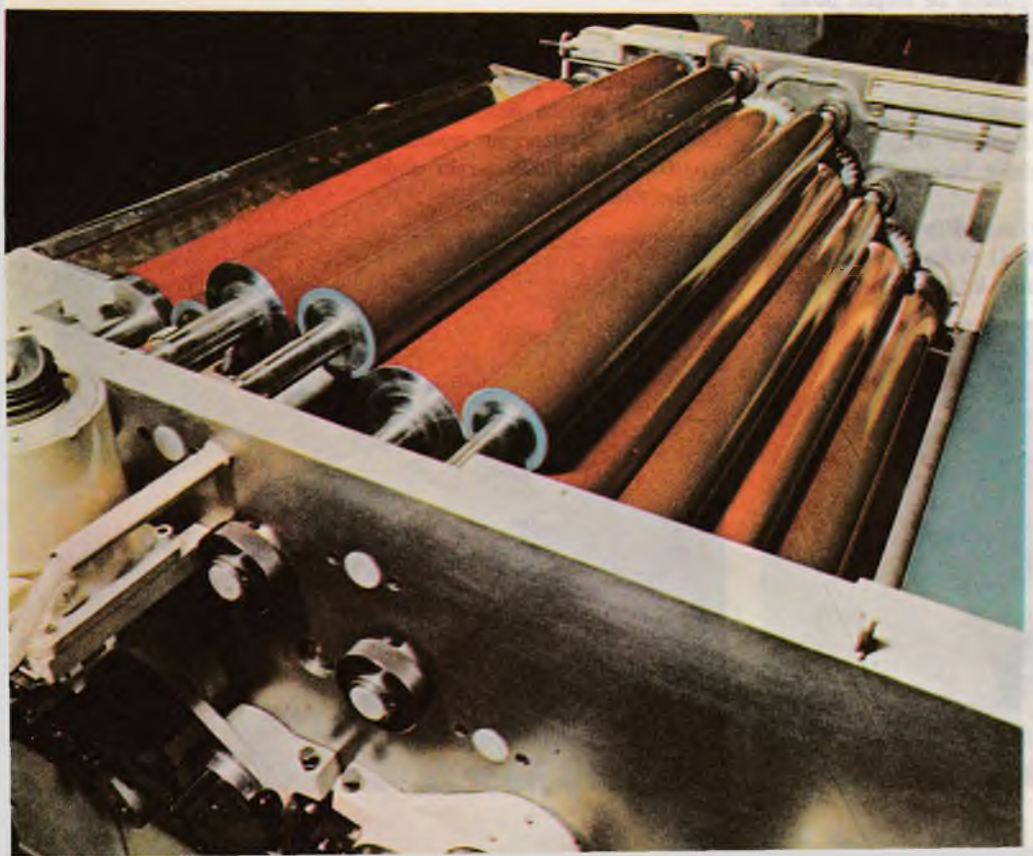
Monotip sistemi birçok alanda başarıyla uygulanır; ama en uygun olduğu işlem, simge ve sayıları içeren kitapların basımıdır. Harfler birbirine bağlı olmadığı için düzeltiler, öteki yöntemlerden daha kolay yapılır.

Son yıllarda sıcak metal yerine, fotoğraf filmi kullanılmaya başlanmıştır. Erimiş metalle döküm yapan makinalardan, fotoğrafla baskı sistemleri geliştirilmiştir. Bunlardan biri olan monofoto sisteminde, döküm makinasının yerini, bir fotoğraf birimi, fosforlu bronzdan matrislerin yerini de, film negatifleri almıştır.

LİTOGRAFİ

Litografi (ya da *taşbaskı*), yağ ile suyun karışmaması ilkesine dayanan bir baskı yöntemidir. Basılacak şekiller, ne TİPO BASKI'da olduğu gibi çıkıntılardan oluşur, ne de TİFDRUK BASKI'daki gibi kazınarak işlenir. Burada söz konusu olay, görüntü bölgelerinin yağlı bir mürekkebi çekmesine karşılık, görüntü bulunmayan bölgelerin mürekkebi itmesidir. Mürekkebin görüntü bulunmayan bölgelere de tutunmasını önlemek için, söz konusu bölgeler, bir tür zamkla kapanıp nemli tutulur. Bu nedenle, baskı işlemi sırasında, mürekkepin yanında suyun da kullanılması gerekir. Her baskıdan önce, litograf plaka-

Suyu iten mürekkep sürülmüş bir harf ile çevresindeki levha üstünde su tabakası. (sağda üstte) Mürekkebin suyla karışmaması gerekir.



Negatif yüzeyli litograf levha yapımı. (üstte) Negatifler, plastik bir tabaka üstüne yerleştirilir; şeklin bulunduğu yerlerden film kesilip kaldırılır. Bütün sistem, vakumlu bir çerçeveye yerleştirilir ve levhaya, karbon ark ışığı verilir.

Düz yüzlü ofset baskı makinasında 16 silindirden oluşan mürekkepleme bölümü. (solda) Bu makinalar kısa süreli baskılarda, sözgelimi, 500 dolayında poster basımı gibi işlemlerde kullanılır. Gerçekte levha, alttan geçerken, yalnızca dört silindir tarafından mürekkeplenir.

sı ıslatılır ve mürekkeplenir. Önce, ıslatma sisteminde yeralan silindirler, bir su kabındaki suyu boş bölgelere dağıtır; sonra da mürekkep silindirleri, mürekkep kabından gelen mürekkebi, dağıtıcı silindirler aracılığıyla, şekillerin yeraldığı bölümlere yayar. Litografide, su ile mürekkep arasındaki dengenin ayarlanması, ustalık gerektiren önemli bir etmendir.

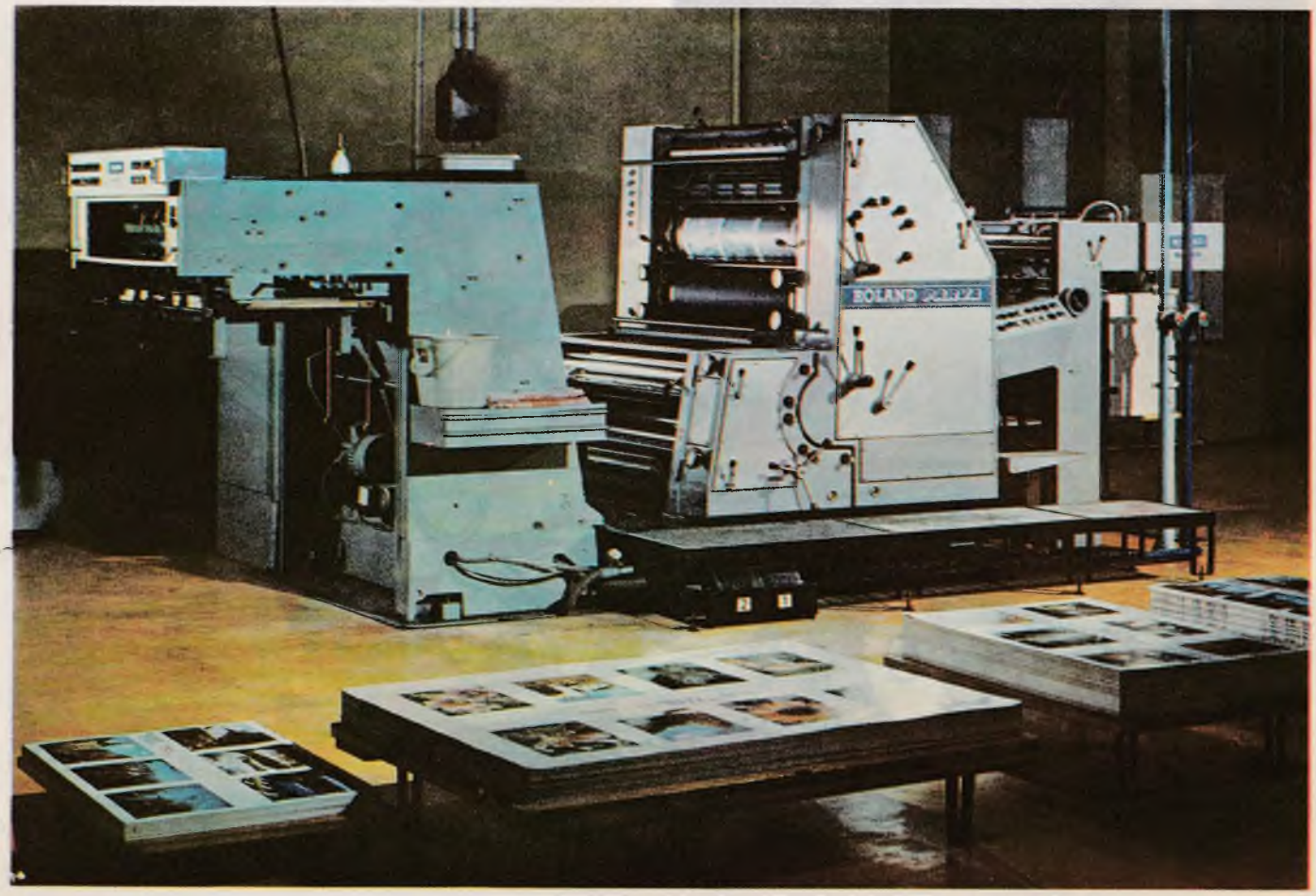
Litografi 1800 yılında, Alois Senefelder tarafından bulunmuş, ama ancak son yıllarda ticari yönden önem kazanmıştır. Günümüzde başlıca baskı yöntemlerinden tipo baskının yerini alan litografi, bürolardaki küçük teksir makinalarından, renkli gazete ve dergi basan büyük veb-ofset kuruluşlarına kadar çeşitli alanlarda başarıyla uygulanmaktadır.

İlk litografi işleminde, basılacak şekil doğrudan doğruya kireçtaşı üstüne yağlı bir kalemle çizilirdi. İşlem, adını, bu özelliği belirleyen iki yunanca sözcükten almıştır: «Taş» anlamına gelen «*lithos*»; resim anlamına gelen «*graphe*». Taş levhalarla baskı, düz preslerde yapılırdı. Ama günümüzde, döner baskı sistemleri kullanılır. Bu yüzden, baskı yüzeylerinin, silindirlerin çevresine yerleştirilecek biçimde bükülebilen, ince, sağlam levhalardan oluşması gerekir. Kullanılan malzemeler arasında alüminyum, çinko, plastik, kağıt ve krom-bakır gibi alaşımlar sayılabilir. Bu malzemeler arasında en önemlisi alüminyumdur. Alüminyum, hafif, bükülebilir ve yeterince mukavemetli olmasının yanı sıra, hem daha ucuz, hem de bu yönteme çok elverişlidir.

Litograf levhaları: Litograf levhası yapımının en yalın yolu, metal yüzeyine, yağlı bir kalemle, gerekli şeklin çizilmesidir. Bu yöntem, sanat alanında yapılan sınırlı sayıda litograflarda hâlâ uygulanmaktadır. Teksir makinalarında kullanılan bir başka yöntemde de, yazı, özel bir mürekkeple kağıt tabakalar üstüne yazılır. Ancak, iki yöntemde de görüntü, kolayca eskiyip aşınır ve levhanın baskı ömrü az olur. Litografta gerçek atılım, fotoğrafçılıkla birleştirilmesi sonucu yapılmıştır. Günümüzde birkaç örnek dışında, baskı alanında kullanılan bütün litograf levhaları, fotomekanik yöntemlerle oluşturulur.

Litograf levhaların çoğu alüminyumdan yapılır. Metalin yüzeyi, mekanik ya da kimyasal yöntemlerle aşındırılır ve boş bölgelerin su tutma özelliği artırılır.

İki renkli baskı yapan, tabaka baskı makinası. (altta) Bu makina, saatte 10 000 tabaka basabilir. Üst üste dizilmiş tabakalar (resmin sağında), baskı birimindeki (resmin ortasında) baskı silindirine gönderilir ve tutucuların üstüne yerleştirilerek, iki lastik silindir altında basılır.

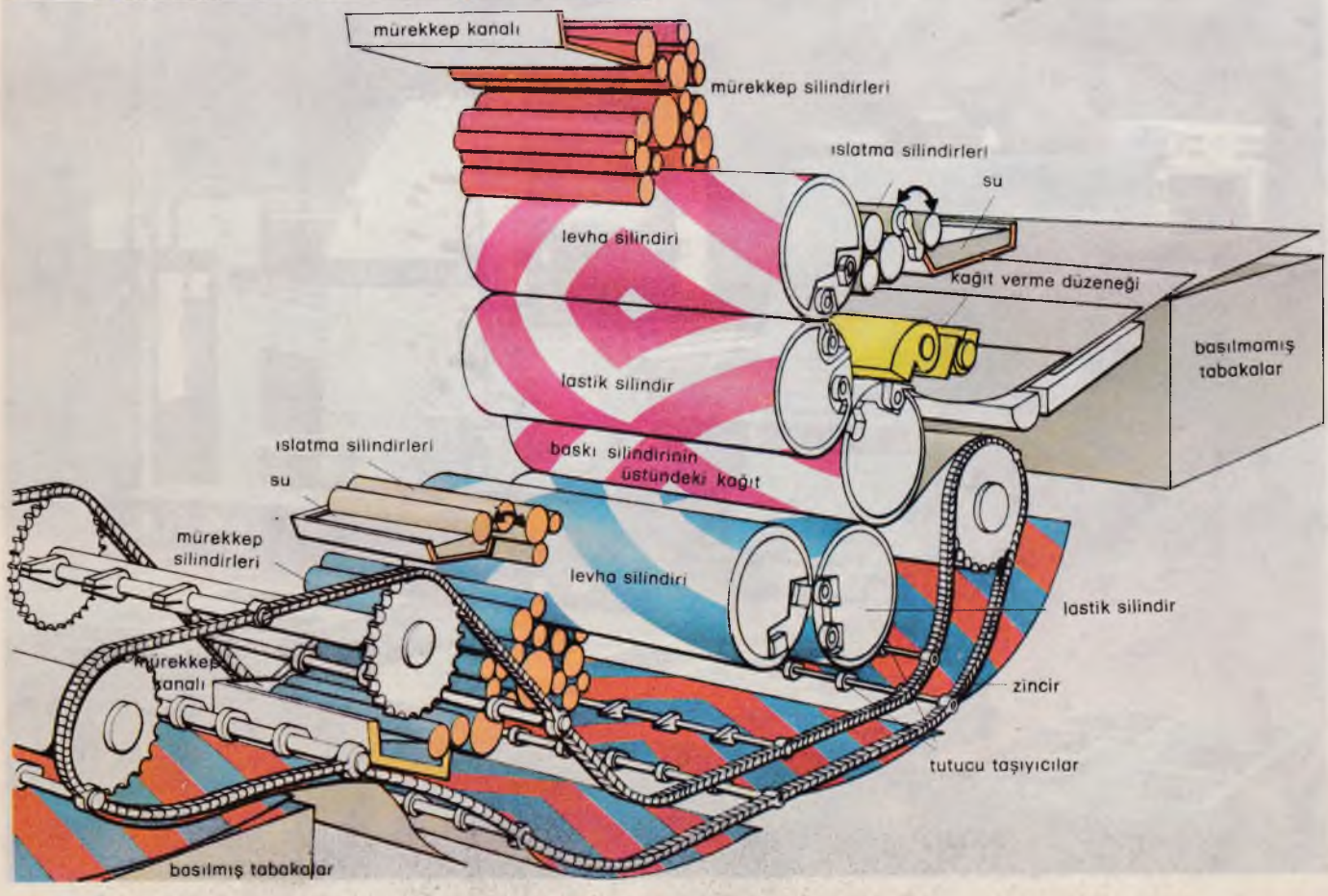


Daha ileri bir uygulamada da, anotlaştırılmış alüminyum kullanılır. Bu yöntemde, levhanın yüzeyine elektrolizle kaplanan alüminyum oksit tabakası, son derece sert, ama gözenekli bir yüzey oluşturarak, temiz çalışma ve uzun baskı ömrü sağlar.

Levhaların yapılışı: Litograf levhalarının yapılmasında ilk adım, metalin yüzeyine, ışığa duyarlı bir tabaka kaplanmasıdır. Bu amaçla metal levha, bir *döner* tabla üstünde döndürülür ve üstüne, kaplama çözeltisi dökülür. Dönme hareketi, levhanın her yerinin aynı kalınlıkta kaplanmasını sağlar. Kaplama maddesinin fırçayla sürüldüğü levha ve çözeltiler de vardır. Bununla birlikte, kaplama, uzmanlık gerektiren bir işlem olduğundan, son yıllarda genellikle, üstü ışığa duyarlı maddeyle kaplanmış hazır levhalar kullanılmaktadır.

Baskı sırasında levha küçük toz tanecikleri toplayabilir. Bu durumda, resimde (solda) görüldüğü gibi yıkanması gerekir.

İki renkli Roland Parva makinasının çizimi. (altta) Açıklık sağlamak için, bazı silindirler yarım çizilmiştir. İlk ıslatma silindiri, su silindiri ile öteki silindirler arasında gidip gelir. İletilen su miktarı, bunun ve su silindirinin dönüş süresiyle ayarlanır.



Levha yapımında kullanılan bütün fotomekanik işlemler, bir negatif ya da pozitif filmden geçen güçlü bir ışıkla aydınlatılan kaplamanın ışık alan bölgelerinin kimyasal bileşiminde değişiklik olması ilkesine dayanır. Işıklandırma işleminden sonra niteliği değişen bu bölgeler, bir çözeltiyle yıkanıp çıkarılır ve plakanın üstünde, şeklin kalıbı kalır. Işığın negatif ya da pozitif film içinden geçmesine göre, levhalara da, «*negatif*» ya da «*pozitif*» adı verilir.

Basılacak şekil, önce yarım tonlu bir negatif ya da pozitife dönüştürülür. Litografide kullanılan fotoğraf filmlerinin ayırma gücü ve kontrastı çok yüksek olmalıdır. Bu filmler, koyu siyah bölgeler ile bütünüyle geçirgen, renksiz bölümlerden oluşur. Ortası koyu, çevresi de değişik yoğunluklarda olan ara tonlar, litograf baskıya uygun değildir.

Levhalarda, ışığa duyarlı kaplama maddesi olarak, arap zamkı ve yumurta akı (albümin zamkı) gibi amonyum dikromatla duyarlılaştırılmış, doğal koloidal maddeler kullanılırdı. Son yıllarda bu doğal maddelerin yerini, polivinil alkol, diazo bileşikleri ve fotoduyarlı sentetik reçineler gibi, yeni yapay malzemeler almaya başladı. Litograf levhaları üç sınıfta toplanabilir: Yüzeysel levhalar; derin oyulan levhalar; çift metalli levhalar.

Negatif yüzeyli levha hazırlanırken, kaplı levha, vakumlu bir çerçeveye, negatif de çerçevenin üstüne yerleştirilir. Vakum, negatifi levhaya doğru çeker ve üstüne ışık düştüğü sürece böyle kalır. Filmin saydam bölgelerinden geçen ışık, kaplamayı sertleştirir. Sonra, sertleşmemiş bölgeler yıkanıp, levhadan çözülür ve levhanın üstünde, yalnızca sertliğini koruyan bölgeler kalır. Sert bölgeler yüzeyden hafifçe yüksek olduğundan, baskı sırasında kolayca aşınırlar. Eskiden yalnızca çok kısa süreli işlemler için kullanılan yüzey levhaları, daha sonra geliştirilmiş ve 50 000 kez ya da daha çok kullanılabilen, önceden duyarlılaştırılmış levhalar yapılmıştır.

Derin oyulan levhalar yapılırken, kaplama maddesi pozitif içinden ışıklandırılır. Sertleşmemiş bölgeler yıkanıp çıkar, ama bu kez kalan bölümler, baskı levhası görevini üstlenmez; şeklin bulunduğu bölgeler işlenip, sert bir vernikle doldurulur. «Derin oyulan» adını taşımalarına karşılık, görüntüyü içeren bölgelerin derinliği yalnızca 0,008 mm kadardır. Görüntünün, levhanın yüzeyinden çok az da olsa derinde yeralması, aşınmayı güçleştirdiğinden, bu tür levhalarla 100 000'i aşkın baskı yapılabilir.

Çift metalli levhalarda, yağ ile suyun bütün metalleri aynı ölçüde ıslatmaması ilkesinden yararlanılır. Bakır gibi oleofil (yağ çeken) metaller şekil için, krom gibi hidrofil (su çeken) metaller de boş bölgeler için kullanılır. Uygulanan yöntem, derin oymaya benzer; ama bunda, aşındırmanın amacı, üstteki ince krom tabakasını kaldırarak, şekli oluşturan bakırı tek başına bırakmaktır. Çift metalli levhalar, ötekilerden daha pahalıdır; ama aşınmaya karşı çok daha dayanıklı olduklarından, bir milyonu aşkın baskıda kullanılabilirler.

Ofset baskı: Bütün modern litograf baskılarında *ofset* baskı yöntemi uygulanır. Ofsette levha, mürekkebi doğrudan doğruya kağıda değil, önce bir lastik tabakaya geçirir. Ofset baskı, ilk kez, metalden metale baskıda karşılaşılan sorunlar yüzünden, teneke levhaların basımında uygulanmıştır. Günümüzdeyse, bütün baskılarda kullanılmaktadır. Bu yöntemin yaygınlığı, «ofset» adının «litografi» anlamında kullanılmaya başlanmasına yolaçmıştır. Ofsetin lastik merdanesi, hem litograf levhasındaki aşınmayı azaltır, hem de lastiğin esnekliği nedeniyle, yüzeyi oldukça kaba kağıtlara bile ara tonların basılmasını olanaklı kılar. Ofset baskının bir başka üstünlüğü de, levhadaki şeklin, basılacak şeklin «ayna görüntüsü» değil, aynı olmasıdır. Lastikler, içinde ince lastik tabakalar bulunan birkaç kat dokumadan yapılmıştır. Çeşitli kalınlıklarda olan bu lastikler, istenilen sertlik ve esneklikte, mürekkep çözücülere ve yağlara karşı istenilen dirençte yapılır.

Deneme baskılarında düz yüzlü ofset baskılarının kullanılmasına karşılık, üretim makinalarında döner sistemden yararlanılır. Levhalı bir ofset baskı makinası, baskı silindiri, lastik silindir ve levha silindirinden oluşur. Levha, levha silindirinin çevresine sarılır ve silindirin her turunda önce ıslatma silindiriyle, sonra da mürekkep silindiriyle temas eder. Kağıtsa, lastik silindir ile baskı silindiri arasından geçer, ama levhaya değmez. Levhalı ofset baskı makinalarının, renkli baskı yapan, iki, dört ve altı baskı biriminden oluşan modelleri de vardır. Bunların çalışma hızı, makinanın türüne ve yapılan baskının niteliğine bağlıdır. Bu makinalar saatte 10 000 tabaka basabilir.

Veb-ofset makinalar, bir bobinden gelen kağıt şerit üstüne baskı yapar. Her baskı biriminde, levha baskısı yapan makinalardaki temel parçalar bulunur. Renklerin basımı için bu birimler, değişik biçimlerde birleştirilir. Kağıdın iki yüzüne de baskı yapılabilir. Veb-ofset makinalarla, özellikle renkli gazetelerin basımında başarılı sonuçlar alınmaktadır.

LOGARİTMA

Logaritma, sayıların değişik bir biçimde belirtilmesidir. En küçük ondalıklardan, en büyük sayılara kadar bütün sayılar, kolayca hesaplanabilen logaritma kapsamına alınabilir. Logaritma, bilimde, mühendislikte ve MATEMATİK'te yaygın olarak kullanılır. Bir sayının logaritmasının bulunması için, özel tablolardan ve sürgülü cetvel ya da elektronik HESAP MAKİNALARI'ndan yararlanılır.

Sayılar: Sayıları, genellikle 10'luk tabana göre kullanırız. 10 parmağımız ve 10 sayı simgemiz (sıfırdan dokuza kadar) vardır. Bu on rakamla istediğimiz düzenlemeleri yaparak, her büyüklükteki sayıyı yazabiliriz. 100'den küçük ve 9'dan büyük her tam sayı için, iki rakam yan yana gelir. 100 ile 999 arasındaki tam sayılar, üç rakamla yazılır.

Bu sayı sisteminin kavranması ve kullanımı çok kolaydır. Okulda ilk öğretilen bilgilerden biri, sayılardır. Sayılar, aşağı yukarı her alanda, özellikle pa-

John Napier (1550-1617), logaritmanın ve logaritma tablolarının bulucusudur. (üstte) Doğal logaritmalara onun adı verilmiştir.

ra işlerinde gereklidir.

Ne var ki, böyle bir sistemde, çok büyük sayılarla yapılan işlemler çok zordur. 10 kişi kolayca göz önüne getirilebilir. Oysa, 1 000 kişiyi hesaplamak zordur. Dünya nüfusunun 4 milyarı aştığı tahmin edilmektedir. Bu, 4 000 000 000 biçiminde yazılsa da, kavranması çok güç bir niceliktir. Bir amperlik bir elektrik akımı, saniyede altı milyon kez milyon kez milyon elektron içerir. 6 000 000 000 000 000 000 biçiminde yazılan bu sayıyla işlem yapmak, aşağı yukarı olanaksızdır. Aynı güçlük, çok küçük sayılar için de geçerlidir. Onda bir, 0,1 olarak yazılır, yüzde bir 0,01 olarak belirtilir, ama milyonda bir (0,000 001), çok kullanışsız bir niceliktir.

Kuvvet (üst) ve logaritma: Çok büyük ya da çok küçük sayıları belirtmenin kolay bir yolu vardır. Bu tür sayılar, bir sayının kuvveti (üstü) olarak belirtilebilir. Sözgelimi 100, 10 çarpı 10'a, kısaca 10^2'ye eşittir ve «on»un karesi diye okunur. Bu, on'un *ikinci kuvveti* demektir. Bir milyon, on sayısının 6 kez kendiyle çarpımı olarak belirtilebilir. Bu nedenle, bir milyon, on'un altıncı kuvvetidir ve 10^6 diye yazılır.

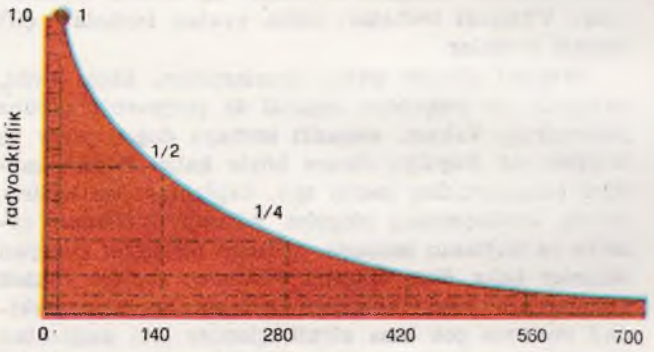
Bu sistem büyük sayıları yazmamızı kolaylaştırır. 10^2 yüz'ü, 10^1 on'u (on'un birinci kuvveti) gösterir. 10^0, yani on'un sıfırıncı kuvveti, bire eşittir (her sayının sıfırıncı kuvveti bire eşittir). Birden küçük sayılara inildikçe, kuvvetlerin işareti eksi olur. Sözgelimi, on'da bir (0,1), 10^{-1}'le (on'un eksi birinci kuvveti) gösterilir. Yüz'de bir (0,01), 10^{-2}'dir. Milyon'da bir, 10^{-6}'dır. Burada 10 sayısına «*taban*» denir. Taban biliniyorsa, sürekli yazılması gerekmez. Kuvvet, tek başına, asıl sayıyı simgeler ve buna, o sayının «*logaritması*» adı verilir. Böylece 6, on tabanına göre bir milyonun, —2 de, yüzde birin (0,01) logaritmasıdır. 10'un logaritması 1'dir. 1'in logaritması da sıfırdır. Sistemin kısalığına ve kullanışlılığına örnek olarak, bir milyondan, milyonda bire kadar olan bütün sayıların +6 ile —6 arasında belirtildiği olgusu gösterilebilir.

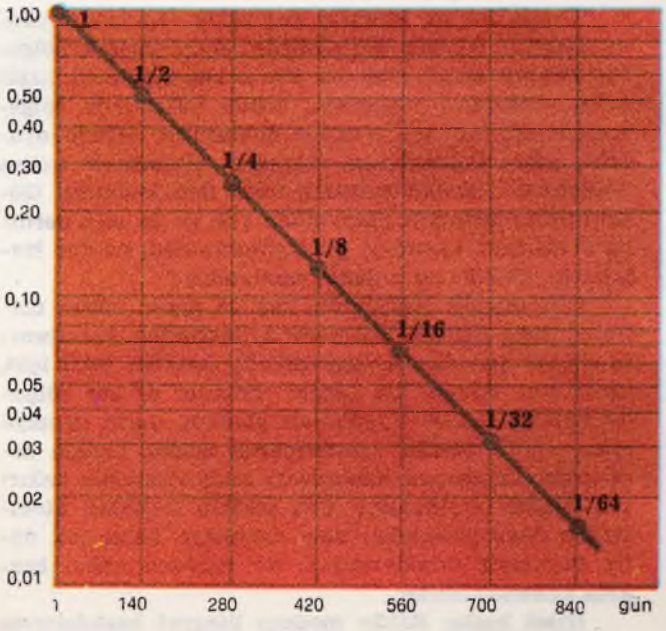
Logaritma tabloları: Her zaman 10, 100, 0,001 gibi sayılarla çalışılmaz; ama, tam sayı olsun olmasın, her sayının logaritması vardır. Sözgelimi, 554,6 sayısının on tabanına göre logaritması 2 (100'ün logaritması) ile 3 (1 000'in logaritması) arasında olacak ve ondalık kesirli basamaklar içerecektir. Bu basamakları kağıt-kalemle hesaplamak zor olacağından, logaritma tabloları ya da cetvelleri kullanılır. 554,6'nın logaritma cetveline göre logaritması, 2,744'tür (3 basamağa kadar verilmiştir).

Logaritmayı yeniden doğal sayıya çevirmek için, logaritma tabloları tersine kullanılabilir. Bu amaçla

---

Radyoaktif bir madde olan polonyumun yarıömrü, 140 gündür; yani 140 gün sonra bugün gösterdiği radyoaktifliğin yarısını gösterir. Bir radyoaktiflik grafiği çizilirse, bir eğri elde edilir. Oysa, aynı grafiğin logaritmaya göre çizilmesi bir doğru verir. (altta)





antilogaritma cetvelleri geliştirilmiştir.

Logaritmanın uygulamaları: Logaritma aracılığıyla karmaşık çarpma ve bölmeler, kolaylıkla toplama ve çıkarma biçiminde yapılabilir. Sözgelimi $100 \times 10\,000 = 1\,000\,000$ işlemi, $10^2 \times 10^4 = 10^6$ biçimine sokulur ve burada, soldaki kuvvetlerin toplamının sağdakine eşit olduğu görülür. Başka bir deyişle, iki sayı, logaritmaları toplanıp, bunun antilogaritması bulunarak çarpılabilir. Bölme de, logaritmaların çıkarılmasıyla elde edilir.

Başka tabanlara göre logaritmalar: İlke olarak her sayının, her tabana göre logaritması bulunabilir. Sözgelimi 64, ikinin 6 kez kendiyle çarpımıdır, yani 2^6'dır.(ikinin altıncı kuvveti). 64'ün iki tabanına göre logaritması 6'dır. Tıpkı bunun gibi, 1/2'nin iki tabanına göre logaritması —1'dir. 1/4'inkiyse, —2'dir. 2^0 bire eşit olduğundan, 1'in 2 tabanına göre logaritması da 0'dır.

Doğal logaritma ya da Napier logaritması: Matematik ve fen alanında çok önemli bir sayı vardır. Bu sayıya özel bir simge (e) verilmiştir ve «*üstel sayı*» (*eksponansiyel* sayı) diye tanımlanır; e sayısı yaklaşık 2,71828'e eşittir; doğal büyüme ve gelişmeyle ilgili hesaplarda çok önemlidir. Doğal büyüme, kesikli değil, süreklidir. Örnek olarak, 1 lira gibi bir paranın faizi ele alınır ve faiz yıldan yıla hesaplanırsa, yıl sonunda bir lira, $1+r/100$ lira kadar olur. Burada «r», yüzde cinsinden yıllık faiz oranıdır ve toplam, gelecek yıla aktarılan paradır. Böylece ikinci yıl sonunda para, $(1+r/100)^2$'ye yükselir.

«n» yıl sonraysa, 1 lira, $(1+r/100)^n$'ye çıkar. Faiz % 100 ise, 1 lira yıl sonunda 2, iki yıl sonra 4, üç yıl sonra 8 lira olur. Bu böyle sürüp gider.

Faizin yılda iki kez hesaplandığı bir örnek de ele alınabilir. Faiz oranı 6 ayda % 50 (yani yılda % 100) olursa, yıl sonunda biriken para, $(1+50/100)^2$ lira olur. Bu da, $(1,5)^2$ lira, yani 2,25 liraya eşittir. Böylece, faiz süresi azaltılırsa, para miktarı artar. Ama zamanın kısaltılması, toplanan paranın sürekli artacağı anlamına gelmez. Zaman azaldıkça, 1 yılda biriken para 2,71828 liraya doğru, yani e liraya doğru yaklaşır.

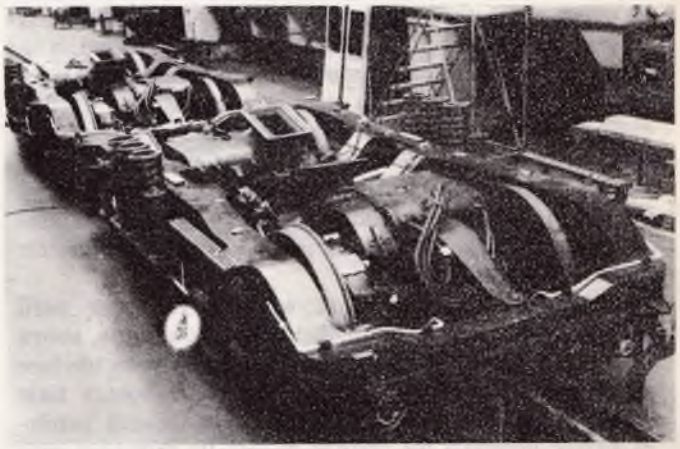
Bu durum aynı örnekle açıklanabilir: 3 ayda % 25 faiz oranıyla, yıl sonunda 1 lira, $(1+25/100)^4$ lira ya da 2 lira olur. Yılda 1,5 aylık 8 faiz süresiyle 1 lira, $(1,125)^8$ lira, yani 2,565 lira olur. Yılda 16 kez faiz verildiğinde, sonuç 2,64 lira, 32 kez faiz verildiğindeyse 2,675 lira olur. Böylece sonuç, e'ye ulaşır.

Doğal logaritma (ya da Napier logaritması), e tabanına göre düzenlenmiştir. Bunlar, doğal artış gösteren fonksiyonlarda kullanılırlar. Sözgelimi, bir KONDANSATÖR'ün plakaları arasında ya da bir DİRENÇ ÖĞESİ'nin uçları arasında yüklenen gerilimin artışı, matematikte e'nin kuvveti olarak gösterilebilir.

LOKOMOTİF

DEMİRYOLU SİSTEMLERİ, XVI. yüzyılda kuruldu, ama vagonlar 1804'e kadar insan gücüyle çekildi. 1804'te, Güney Galler'de (İngiltere), Richard TREVİTHİCK, bir lokomotif geliştirdi. Bu lokomotif, dökme demirden yapılma bazı maden ocağı raylarını kırdı; ama gene de, vagonların çekilmesinde buhar gücünden yararlanılabileceğini, bacadan çıkan egzoz buharının ateşi canlandırmak için kullanılması yoluyla buhar üretiminin hızlandırılabileceğini ve düzgün yüzeyli raylar üstünde yeralan düzgün yüzeyli tekerleklerin tahrik gücünü iletebileceğini sergiledi.

Buharlı lokomotifler: Buharlı lokomotif, güçlü ve yalın bir makinadır. Bir silindire giren buhar, genleşerek, pistonu öteki uca kadar iter. Silindirin dönüş hareketi sırasında bir kapak açılarak, genleşmiş buharın buradan dışarı çıkmasını sağlar. Pistonun hareketi, mekanik bağlantılar aracılığıyla, lokomotifin ana tahrik tekerleğini çevirir.



British Rail şirketinin bir bakım atölyesinde (üstte), British Rail şirketinin 87 sınıfından, 500 beygirgücünde, 25 Kv alternatif akımla çalışan lokomotiflerine takılan bojiler. Bunlarda, tahrik motorları çerçevenin içine takılır. Lokomotif, gerekli gücü elektrik tellerinden alır. Daha sık enerji istasyonu gerektiren üçüncü ray sistemindeyse, 600 V doğru akım motorları kullanılır. Ama üçüncü rayın döşenmesi, tel döşemekten daha az masraflıdır.

4-6-2 sınıfından bir lokomotifin bir su istasyonunda su alması. (altta)

Tarihçe: Trevithick lokomotifinin yapımını izleyen 25 yıl içinde, kömür taşınan demiryollarında, sınırlı sayıda buharlı lokomotif başarıyla kullanıldı. Bunda, Napolyon devri savaşlarının sonlarına doğru, yem fiyatlarındaki büyük yükselişin de önemli etkisi oldu. Dökme demirden yapılan *levha yollar,* buharlı lokomotifin ağırlığını çekebilecek güçte değildi. Vagon tekerleklerinin içine oturduğu *L* kesitli bu yollar, kısa bir süre sonra yerlerini, düz yüzeyli raylara ve flanşlı tekerleklere bıraktı.

George STEPHENSON, 1814 yılında, kendinden önceki tasarımcıların deneyimlerinden yararlanarak, düz yüzeyli raylar üstünde hareket eden lokomotifler yapmaya başladı. Daha önceki lokomotiflerin aşağı yukarı tümünde, silindirler dikey durumda yerleştirilir ve kısmen kazanın içine daldırılırdı. Stephenson ve Losh, 1815 yılında, tahrik gücünü pistondan ana tahrik tekerleğine dişli çarklarla iletmek yerine, ana tahrik tekerlekleri üstünde bulunan kranklar aracılığıyla, doğrudan doğruya silindirlerden iletme düşüncesinin patentini aldılar. Tahrik gücünü dişli çarklarla ileten düzenek, özellikle büyük dişlerde aşınma ortaya çıktığında, sarsıntılı bir harekete neden oluyordu. Gücü doğrudan silindirden ileten mekanizma, daha yalın olduğundan, tasarımcılara daha geniş bir serbestlik sağladı.

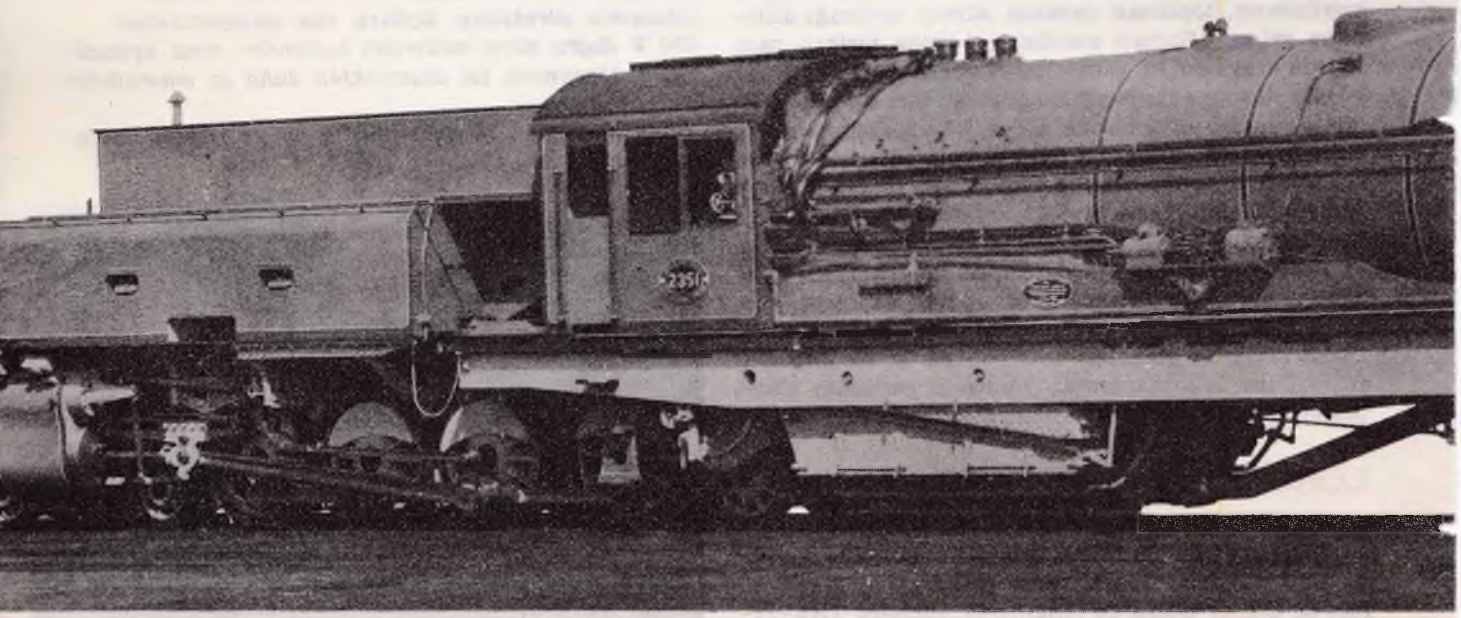
Lokomotif kazanları da, eskiden yalın bir boru biçimindeyken, önce dönüşlü bir boru biçimine, sonra da birçok *borunun* bir arada bulunduğu (ve böylece daha geniş bir ısıtma yüzeyi sağladığı) *borulu* hale dönüştü. Bu son biçimde, bir dizi boru, ocağın yandığı yanda bulunan bir odanın duvarı ile dumanın çıktığı yanda bulunan benzer bir plakaya bağlanmıştı. Silindirlerden gelen egzoz buharı, borulardan geçip dumanın çıktığı uçtan bacaya giderken bir patlamaya neden oluyor, böylece, lokomotifin hareketli olduğu sırada ateşi canlı tutuyordu. Lokomotif olduğu yerde dururken de, bir *körük* kullanılıyordu. Liverpool and Manchester şirketinin muhasebecisi Henry Booth, 1827'de, daha ileri bir gelişme olan *çokborulu* kazanın patentini aldı. Stephenson da bu buluşu, «*Rocket*» adlı lokomotifinde kullandı. Ama önce, bakır boruların bağlandığı uç plakalarındaki bağlantı bileziklerinin su sızdırmaması için, oldukça uzun denemeler yapması gerekti.

1830'dan sonra buharlı lokomotif, bilinen biçimini aldı. Silindirler, dumanın çıktığı uca, ya yatay ya da hafifçe eğik durumda yerleştiriliyor, ateşçinin yeriyse, ocağın yandığı uçta yeralıyordu.

Silindirlerin ve dingillerin kazana bağlı olmaktan ya da kazanın tam altına yerleştirilmekten çıkmasıyla birlikte, çeşitli parçaları bir arada tutacak bir çerçevenin yapılması gerekti. İlk kez İngiliz lokomotiflerinde kullanılan *çubuk çerçeve,* A.B.D'nde de uygulandı ve «dövme demir» yapımdan, «dökme çelik» yapıma geçildi. Silindirler, çerçevenin dışına monte ediliyordu. İngiltere'deyse, çubuk çerçevenin yerini *plaka çerçeve* aldı. Bunda, silindirler çerçevenin içinde yeralıyor ve çerçeveler için yaylı süspansiyonlar (sarmal ya da yaprak biçimli), dingilleri tutmak içinse *dingil yatakları* (yağlanmış yatak) bulunuyordu.

1860'tan sonra çeliğin kazan yapımında kullanılmaya başlanmasıyla, daha yüksek basınçlarda çalışma olanağı bulundu. XIX. yüzyılın sonuna doğru, 12 bar basınç, lokomotiflerde yaygınlaştı; bileşik lokomotiflerdeyse, 13,8 bar basınç kullanılmaya başlan-

Eklemli lokomotif daha büyük bir kazanın kullanılmasını sağlar. Resimde görülen İngiliz yapımı 4-8-2-2-8-4 sınıfından «Beyer-Garratt» *adlı bu lokomotif, Güney Afrika için yapılmıştı; 7 bin galon su, 12 ton kömür taşırdı ve ocağa kömür atmak için mekanik bir sistemi vardı.*



mıştı. Bu basınç, buhar çağında 17,2 bara çıktı. 1890 yıllarında ekspres lokomotiflerinin silindirleri, 51 santimetre çapında ve 66 santimetre strokunda yapıldı. Daha sonraları A.B.D. gibi ülkelerde silindir çapı 81 cm'ye yükseldi ve hem lokomotifler, hem de vagonlar daha büyük yapılmaya başlandı.

Yakıt ve su, lokomotifin arkasına bağlanan bir «*tender*»de taşınıyordu. Kendi yedeklerini taşıyan ilk *tanklı lokomotifler* 1830'larda ortaya çıktı. Bununla birlikte, tenderlerin kullanımı da sürdü (bunlarla çok daha uzun yollar aşılabiliyordu). Ateşçi, bir yandan ocağa kömür atarken, bir yandan da kazana su veriyordu. İlk lokomotiflerde, akstan güç alarak çalışan pompalar vardı. Ne var ki, bunlar, yalnızca motor işlerken çalışıyordu. 1859'da *enjektör* bulundu. Kazandan gelen buhar (ya da daha sonraları egzoz buharı), koni biçimli bir memeden (difüzör) fışkırarak, suyu, daha yüksek bir basınçta bulunan kazana dolduruyordu. Bir *çekvalf* (tek yönde çalışan vana), buharı, kazanın içinde tutuyordu.

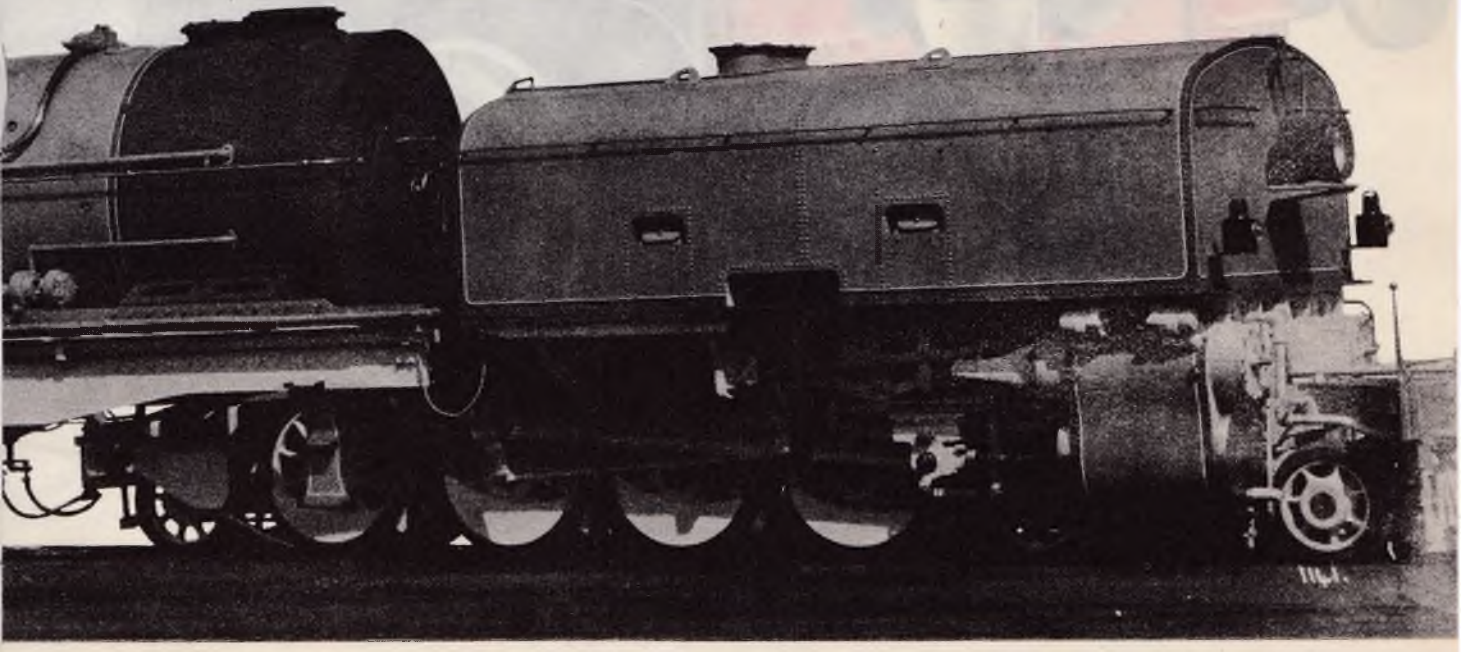
Aşırı ısıtma: Kuru buhar, ya kazanın tepesinden alınıp delikli bir boru içinde ya da kazanın tepesindeki bir noktadan alınıp buhar damı içinde toplanıyordu. Bu kuru buhar, daha sonra bir *regülatöre* aktarılıyor ve regülatör, kuru buharın dağıtımını denetliyordu. Buharlı lokomotiflerde ortaya çıkan en önemli gelişme, *aşırı ısıtma*nın kullanılmaya başlanmasıdır. Bir gaz borusu aracılığıyla buharı önce ocağa, daha sonra da kazanın ön ucundaki bir toplayıcıya taşıyan eğimli boru, Wilhelm Schmidt tarafından bulundu ve başka mühendisler tarafından da kullanıldı. Yakıtta, özellikle de suda elde edilen tasarruf, hemen kendini gösterdi. Sözgelimi, 12 bar basınçta ve 188°C sıcaklıkta «doymuş» buhar üretiliyordu; bu buhar, 93°C daha ısıtılarak, silindirlerde hızla genleşiyordu. Böylece, XX. yüzyılda lokomotifler, % 15 gibi kısa kesme zamanlarında bile yüksek hızlarda çalışabilecek hale geldi. Çelik tekerlekler, fiberglas kazan kaplamaları, uzun adımlı piston supapları, dolaysız buhar geçitleri ve aşırı ısıtma gibi etmenler, buharlı lokomotif uygulamasının son aşamasına katkıda bulundular.

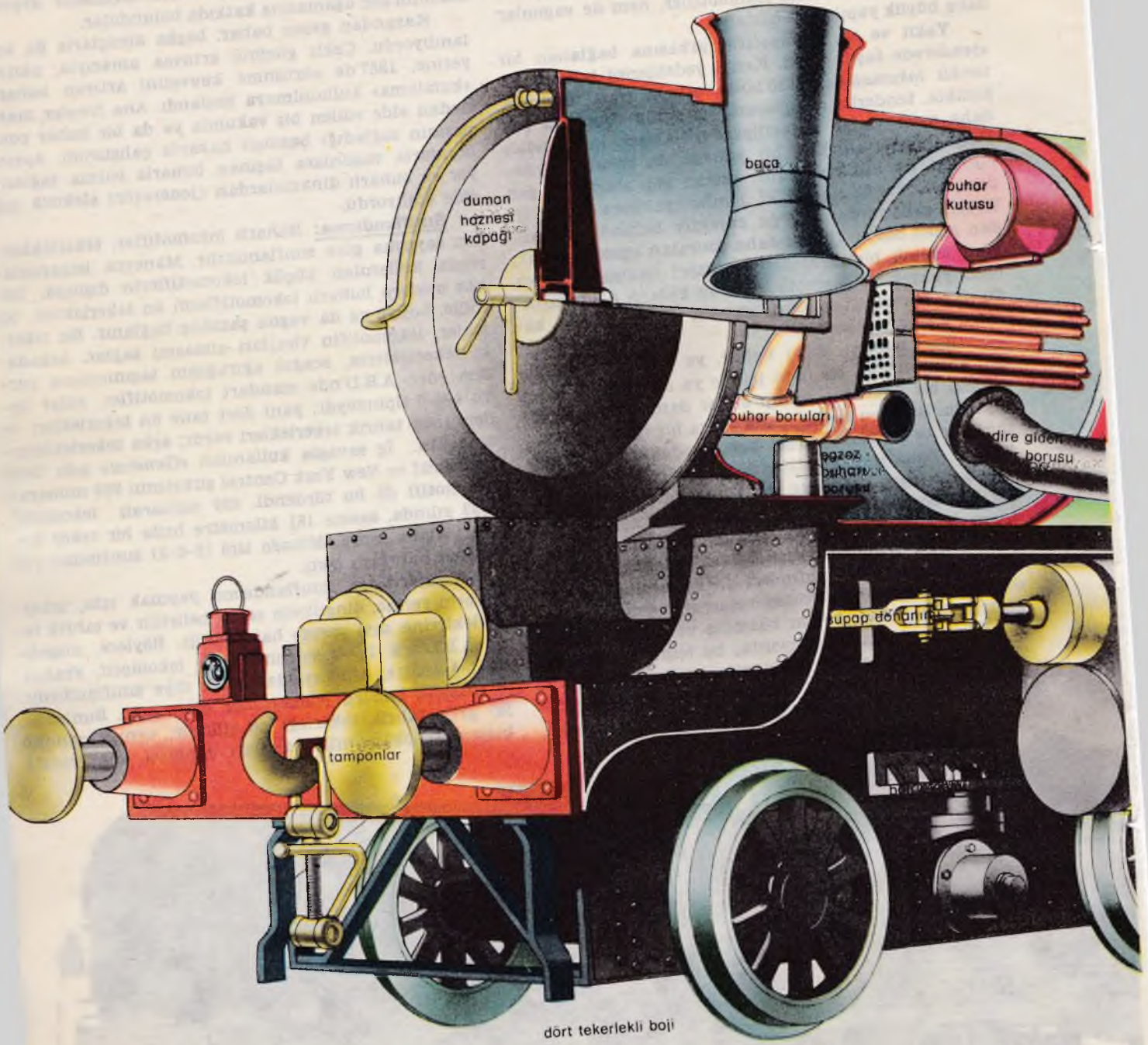
Kazandan gelen buhar, başka amaçlarla da kullanılıyordu. Çekiş gücünü artırma amacıyla, akıtma yerine, 1887'de sürtünme kuvvetini artıran buharla «kumlama» kullanılmaya başlandı. Ana frenler, makinadan elde edilen bir vakumla ya da bir buhar pompasının sağladığı basınçlı havayla çalıştırıldı. Ayrıca, borularla vagonlara taşınan buharla ısıtma sağlanıyor ve buharlı dinamolardan (jeneratör) elektrik ışığı elde ediliyordu.

Sınıflandırma: Buharlı lokomotifler, tekerleklerinin sayısına göre sınıflandırılır. Manevra istasyonlarında kullanılan küçük lokomotiflerin dışında, bütün modern buharlı lokomotiflerin ön tekerlekleri, bir mille, bojiye ya da vagon şasisine bağlanır. Bu tekerlekler, lokomotifin virajları almasını sağlar. Arkadaki tekerleklerse, ocağın ağırlığının taşınmasına yardım eder. A.B.D'nde standart lokomotifler, yıllar boyu 4-4-0 tipindeydi; yani dört tane ön tekerlekleri ve dört tane tahrik tekerlekleri vardı; arka tekerlekleriyse yoktu. İç savaşta kullanılan «*General*» adlı ünlü lokomotif ve New York Central şirketinin 999 numaralı lokomotifi de bu türdendi. *999 numaralı* lokomotif, 1893 yılında, saatte 181 kilometre hızla bir rekor kırmıştı. Daha sonra, *Mikado* tipi (2-8-2) sınıfından yük lokomotifi ortaya çıktı.

Avrupa'daysa, sınıflandırma yapmak için, tekerleklerin yerine, dingillerin sayısı belirtilir ve tahrik tekerleklerine sayı yerine harf verilir. Böylece, sözgelimi A.B.D'nde 2-8-2 sınıfından bir lokomotif, Fransa'da 1-4-1 diye, Almanya'daysa 1D1 diye sınıflandırılır.

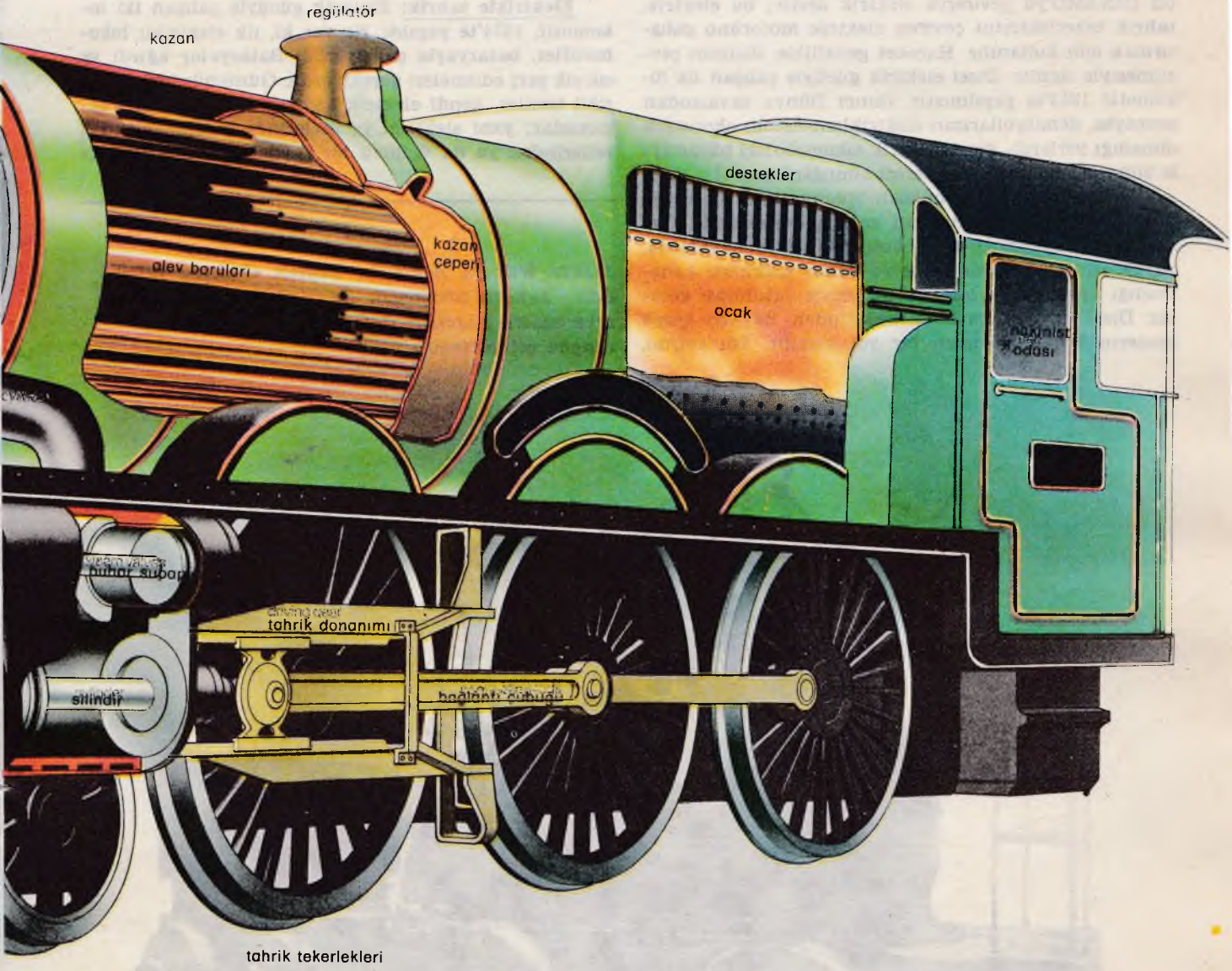
Büyük buharlı lokomotifler *eklemli*dir. Bunlarda, iki grup tahrik tekerleği ve silindir, aynı kazandan beslenir. Lokomotifin virajları dönmesi için, tahrik





dört tekerlekli boji

Castle sınıfından 120 tonluk bir buharlı lokomotif. Ocakta yakılan kömür, kazandaki suyu ısıtır ve aşırı ısıtılmış buhar, borulardan geçerek silindirlere gider. Buharla çalıştırılan pistonlar, tahrik çubukları aracılığıyla tekerlekleri çevirir. Egzoz dumanı ve buharı, bacadan dışarı çıkar.



tekerleği grupları bir eklemle ayrılır.

Buharlı lokomotifler oldukça dayanıklı ve güçlüdür. Ama artık yerlerini, elektrikli, özellikle dizel elektrik tahrikli lokomotifler almaktadır. Isıl yitimler ve yakıtın bütünüyle yakılamaması nedeniyle, buharlı lokomotiflerin verimi, genellikle % 6'nın üstüne çıkamaz.

Dizel lokomotifler: Dizel lokomotifler çoğunlukla, *dizel elektrik* tahrikli lokomotiflerdir (Bk. DİZEL ELEKTRİK TAHRİĞİ). Bunlarda bir DİZEL MOTORU, bir DİNAMO'yu çevirerek elektrik üretir; bu elektrik, tahrik tekerleklerini çeviren elektrik motorunu çalıştırmak için kullanılır. Hareket genellikle, dişlinin çevrilmesiyle iletilir. Dizel elektrik gücüyle çalışan ilk lokomotif 1913'te yapılmıştır. İkinci Dünya savaşından sonraysa, demiryollarının elektriklenmesinin ekonomik olmadığı yerlerde, dizel elektrik lokomotifleri bütünüyle buharlı lokomotiflerin yerini almışlardır.

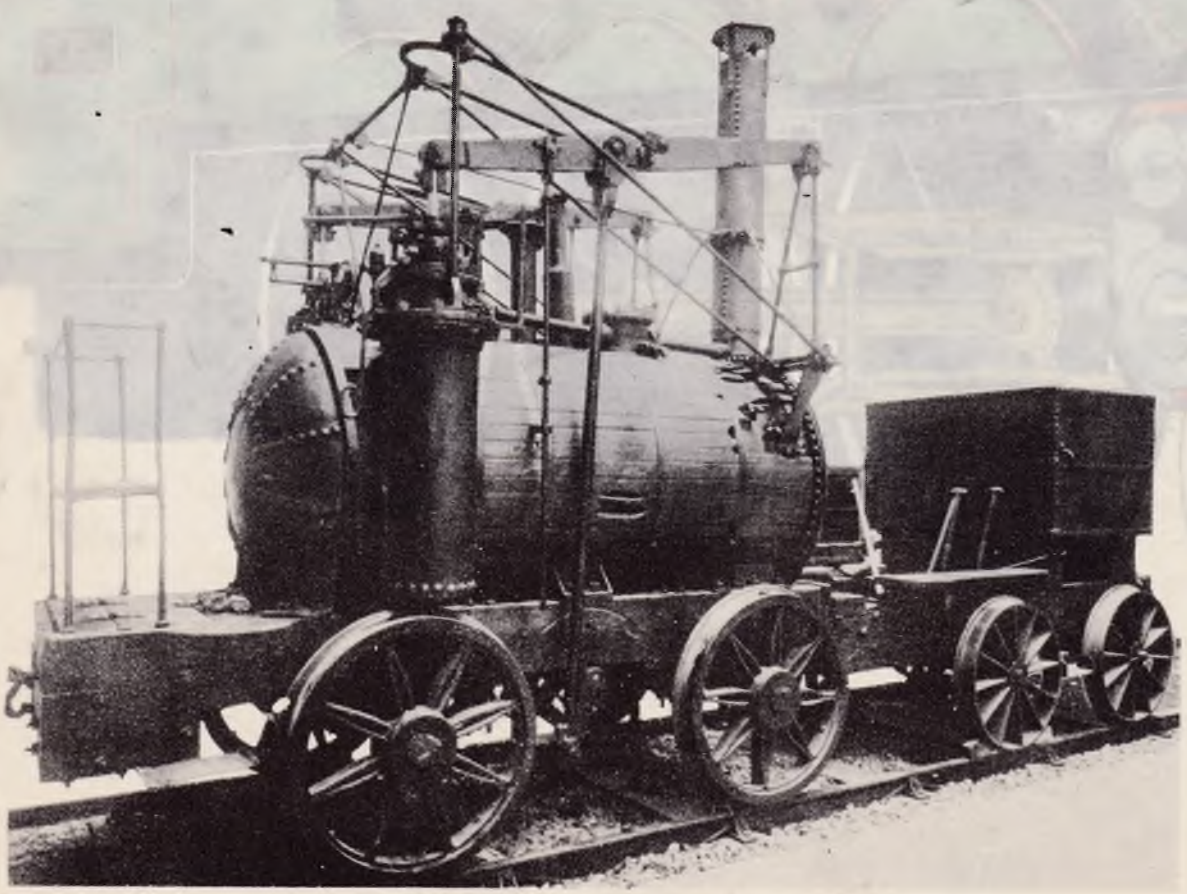
Dizel lokomotifler, buharlı lokomotiflerden birçok bakımdan üstündür. Ansızın kalkıp, durabilirler. Oysa buharlı lokomotiflerde, özellikle soğuk havalarda, suyun ısıtılması zaman alır ve buhar makinası çalışmadığı zamanlarda bile, ateşin yanık tutulması gerekir. Dizel motoru, su tüketmediğinden, bakıma gerek göstermeden daha uzun bir yol alabilir. Isıl verimi, buhar lokomotifinin dört katı kadardır; bu da yakıtta büyük bir tasarruf sağlar. Dizel motorların ivmelenmeleri ve yüksek hızlarda gitmeleri daha sarsıntısız gerçekleştiğinden, raylarda ve demiryolu yatağında daha az aşınmaya neden olurlar.

Dizel elektrik lokomotifleri, elektriği kendileri ürettiklerinden, jeneratör ve tahrik motorları genellikle AC değil DC'dir. Büyük lokomotiflerde 16 silindirli dizel motorları bulunur. Bunların ağırlığı 15 tondan fazladır.

Elektrikle tahrik: Elektrik gücüyle çalışan iki lokomotif, 1834'te yapıldı. Ne var ki, ilk elektrikli lokomotifler, bataryayla çalışıyordu. Bataryalar ağırdı ve sık sık şarj edilmeleri gerekiyordu. Günümüzdeki elektrikli trenler, kendi elektrik kaynaklarını kendileri taşımazlar; yani elektriği, ya üstlerinde yeralan elektrik tellerinden ya da üçüncü bir raydan alırlar. Tahrik

---

1813'te William Hedley'in yaptığı «Puffing Billy» *adlı buharlı lokomotif. Bu lokomotifte tekerleklere hareketi ileten bağlantılar, alttaki dingile gitmektedir.*



87 sınıfından bir lokomotifin makinist yeri. (solda) Lokomotifin hızı 176 km/saattir. Bu tür lokomotifler arasında hız rekoru, 231 km/saat hızla, British Rail şirketinin bir lokomotifindedir. Japonya'daki elektrikli trenlerin hızı saatte 241 km'yi bulmaktadır. Buharlı lokomotiflerin hız rekoruysa, 203 km/saat kadardır. Hayber geçidinde çalışan bir buharlı lokomotifin makinist yeri. (sağda) Buharlı lokomotifin çalıştırılması, ateşçi gerektiren, oldukça ağır bir iştir.

motorları için gerekli olan güç, ya üçüncü raydan bir *pabuç*la ya da üstteki tellerden bir PANTOGRAF'la toplanır.

Yoğun trafikli demiryollarında en ekonomik tür, elektrikli trenlerdir. Demiryollarında alternatif akım sistemlerinden değil, doğru akım sistemlerinden yararlanılır; çünkü böylece, daha hafif elektrik motorları kullanılabilir. Ama bu, elektrik hatlarındaki alternatif akımı, doğru akıma çeviren DOĞRULTMAÇ'larla donatılmış istasyonların kurulmasını gerektirir (yüksek gerilimli doğru akımın uzun mesafelere iletilmesi oldukça güçtür). Elektrikli trenlerdeki en son gelişme, doğrultucuları lokomotiflerin üstüne yerleştirmek ve şebeke frekansını (Avrupa'da 50 Hz, Kuzey Amerika'da 60 Hz) kullanmak olmuş, böylece, gerekli istasyonların sayısı azaltılmıştır.

Metrolarda ve öteki HIZLI ULAŞIM SİSTEMLERİ'nde de elektrikli araçlar kullanılır. Bu yöntem, yalnızca ekonomik olmakla kalmamakta, aynı zamanda kentlerde hava kirlenmesini de azaltmaktadır. Kentlerin dışındaysa, demiryolları, yalnızca küçük ülkelerde ve günlük trafiğin düzenli ve yoğun olduğu yerlerde elektrikle çalışır hale getirilmektedir. Kentlerin kalabalıklaşması, hava kirlenmesi ve fosil yakıtlarının günden güne azalması nedeniyle, elektrikli demiryollarının, gelecekte daha da yaygınlaşacağı sanılmaktadır. Dünyanın en modern elektrikli demiryollarını kurmuş olan Japonya, bunları, saatte 241 kilometre hıza ulaşabilecek biçimde planlamıştır.

Öteki türler: *Buhar türbinli, elektrik türbinli* ve *gaz türbinli* lokomotifler de yapılmıştır. A.B.D'nde gaz türbinli birkaç lokomotif çalıştırılmaktadır. Ancak, bunların ısıl verimleri yeterince yüksek olmadığından, henüz dizel elektrik lokomotiflerle rekabet edecek durumda değillerdir (Bk. JET MOTORU ve GAZ TÜRBİNİ).

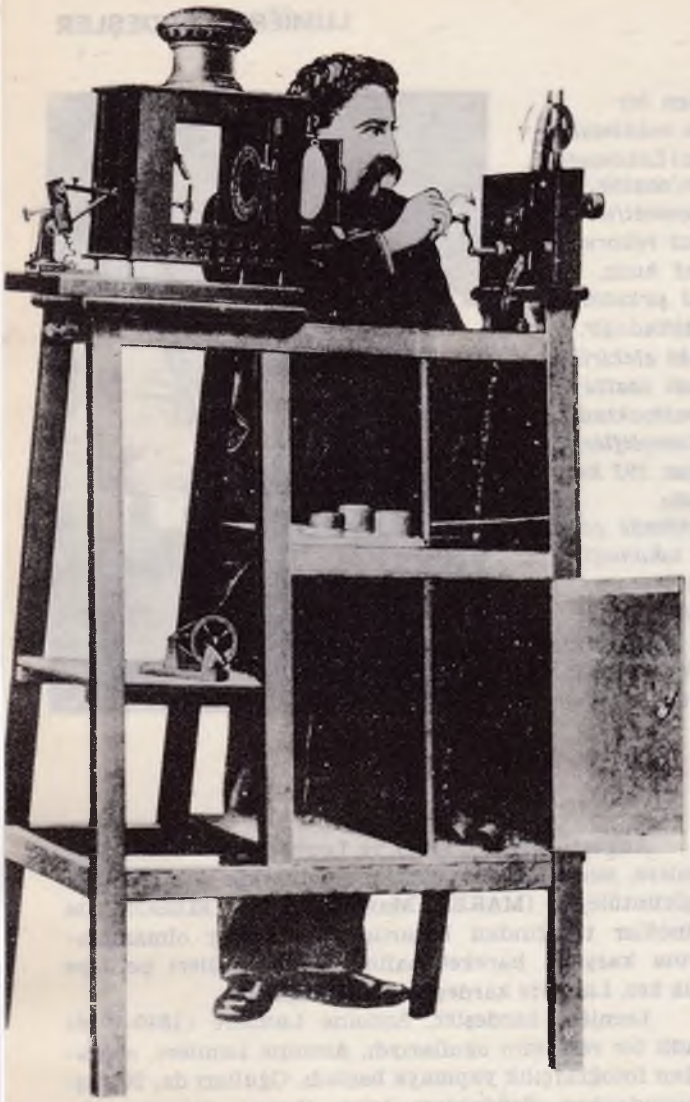
LUMİÈRE KARDEŞLER

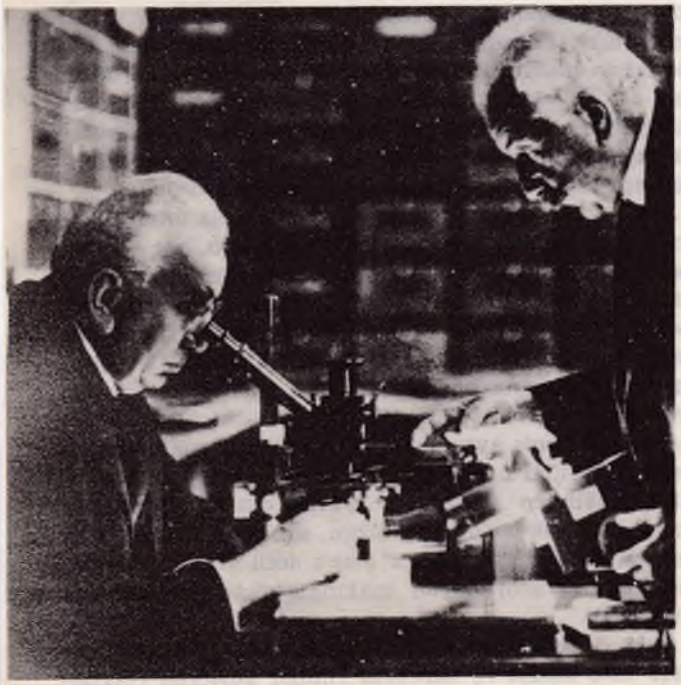
Auguste (1862 - 1954) ve Louis (1864 - 1948) Lumière, sinema makinasının bulucularıdır. Hareketi ilk görüntüleyen (MAREY, Muybridge ve EDİSON gibi öncüler tarafından başarılmıştır) kişiler olmamalarına karşılık, hareket halindeki görüntüleri perdeye ilk kez, Lumière kardeşler yansıtmışlardır.

Lumière kardeşler, Antoine Lumière (1840-1906) adlı bir ressamın oğullarıydı. Antoine Lumière, sonradan fotoğrafçılık yapmaya başladı. Oğulları da, 20 yaşlarındayken, doğdukları kent (Lyon) yakınlarında, fotoğraf malzemesi üreten bir fabrika kurdular. 1894'te Paris'te, Edison'un üç yıl önce patentini aldığı kinetoskop makinasını gördüler. Kinetoskopta görüntü, dar bir aralıktan, saniyede 30 resim geçirilerek elde ediliyordu. Her resimden yeterli ışık göze ulaşmadığından, projeksiyon yapılamıyordu. Bu yüzden kinetoskop, kısıtlı bir gösteriden öteye gitmiyordu.

Lumière (bu ad fransızca «ışık» anlamına gelir) kardeşler, kinetoskopun geliştirilmesi için, her resmin, saniyenin bir bölümü süresince bütünüyle hareketsiz kalması gerektiğini kavradılar. Teknik işlerle uğraşan Louis (Auguste, ticari işleri yürütüyordu), filmi sürekli hareket ettirmeyecek bir mekanizma geliştirme çalışmalarına başladı: Sorunu çözmek için, dikiş makinası iğnesinin hareketinden esinlendiği sanılmaktadır. Louis ayrıca, gözün «*ağtabaka izlenimi*» adı verilen özelliği nedeniyle, resimlerin geçiş hızının, Edison'unkinden çok daha yavaş olması gerektiğini kavradı. Resimlerin geçiş hızını, saniyede 16 kare olarak saptadı. 30 yıl sonra çıkan sesli filmlere kadar, fotoğraf ve projeksiyon makinalarında, bu standart kullanıldı.

13 Şubat 1895'te Lumière kardeşler, fotoğraf çeken, film basan ve hareketli filmler gösteren (perde-





Hareketli film gösterilerinde kullanılan sinematograf. (solda üstte) Resimde, makinanın projeksiyon amacıyla kullanılışı görülmektedir. Burada ışık kaynağı (karbon ark lambası) makinanın dışına yerleştirilmiştir; ama istenirse, üstü örtülerek, dışardan ışık almayan bir makina haline de getirilebilir.

Solda, alttaki resimde, Louis (gözlüklü) ve Auguste Lumière, Lyon'daki laboratuvarlarında çalışırken görülmektedirler.

---

ye yansıtan) bir makinanın patentini aldılar. Makinanın üç işi birden yapması, aynı konumda tutma (görüntülerin aynı yere getirilmesi) sorunlarını ortadan kaldırdı ve resimlerin titrememesini sağladı. Lumière kardeşler, taşınabilir bir kutu içindeki bu çok önemli buluşlarına, «*sinematograf*» adını verdiler. Bu buluştan yararlanarak ortaya çıkan yeni endüstri dalı da, aynı adla anıldı.

Sinematografın halka açık ilk gösterisi, Paris'te 28 Aralık 1895'te yapıldı.

Lumière kardeşlerin, sinemada başka buluşları da vardır. Özellikle 1900 Paris fuarında sergiledikleri 70 mm'lik stereoskopik gösterileri dikkati çekicidir. Bir başka büyük başarıları da, hareketsiz fotoğraflarla ilgili olan otokrom (1904'te buldular) yöntemiydi: Fotoğraf plakalarını küçük renkli filtrelerle örterek (gerçekte bunlar, mor, turuncu ve yeşile boyanmış patates nişastası tanecikleriydi), cam üstünde renkli pozitif resimler elde ettiler. Nişasta tanecikleri resimleri biraz karartmakla birlikte, renkler gerçeğe uygun ve canlıydı. 1907'de kullanılmaya başlanan otokrom tekniği, ticari başarıya ulaşan ilk renkli fotoğraf baskı yöntemidir.

LUNAPARK MAKİNALARI

Eskiden panayırlar, kırsal kesimde dağınık bir biçimde yaşayan insanların, yılda bir kez bir araya gelmelerini sağlayan toplantı yerleriydi. İnsanlar buralarda, normal koşullarda onlara ulaşmayan malları satın alırlar ya da değiş tokuş yaparlardı. Panayırlarda aynı zamanda, çeşitli eğlenceler yeralırdı. Bunlar arasında, bir daire içinde dönen gerçek eşeklerden oluşmuş bir tür «atlıkarınca» da vardı. Buhar gücünün ortaya çıkmasıyla bu «atlıkarınca»ların yerini, daha hızlı ve daha büyük mekanik aygıtlar aldı.

İlk atlıkarıncalar, buhar makinasıyla çalışıyor, buharla büyük bir volan döndürülüyor ve volan, atlıkarıncanın ortasındaki direğe bağlanıyordu. Buharın bir bölümü de, buharlı orgun çalınmasında kullanılıyordu.

Buharlı atlıkarıncada, gerçek eşekler yerine, tabandan yukarı doğru yükselen direkler üstüne yerleştirilmiş yapma atlar kullanıldı. Bunlar, tepede bir kranka bağlıydı. Krank, merkezde bulunan ana dişliden hareket alan koni biçimli dişliyle çevriliyor ve

böylece, aygıt dönerken, yapma atlar aşağı-yukarı hareket ediyorlardı. Hareketler birbirini dengeleyecek biçimde düzenlenmişti: Hareketi sağlayan mekanizmaya düzensiz bir yük yüklememek için, atların yarısı yukarı çıktığında, yarısı aşağı iniyordu.

Elektrik kullanılmaya başlanınca, doğru akım jeneratörleri ortaya çıktı. Bunlardan, önce atlıkarıncaları aydınlatmada, daha sonra da döndürmede yararlanıldı. Bir süre sonra da, buhar makinalarının yerini, bütünüyle DİZEL MOTORU aldı. Günümüzde de dizel motorları, gezici lunaparkların vazgeçilmez öğeleridir.

Dizel motorları, genellikle, 110 voltluk çıkışı olan doğru akım jeneratörlerini çalıştırırlar; çünkü doğru akım ELEKTRİK MOTORU'nun hızı, yalın bir reosta ya da bir direnç bobini aracılığıyla, çok geniş bir hız aralığında değiştirilebilir. Motor, düşük hızda çalıştığı zaman, büyük bir yükü taşımak zorundadır. Bu nedenle, birkaç metre uzunluğundaki, kayan kontaklı bakır bantlardan oluşur.

Tipik bir lunapark makinasının dönme hareketini sağlayan motorun, 15-25 BG'nde (11-19 kW) olması gerekir. Makina hareket ederken jeneratöre ağır bir yük bindiğinden, aydınlatma ve ses sistemleri, genellikle başka bir jeneratöre bağlanır.

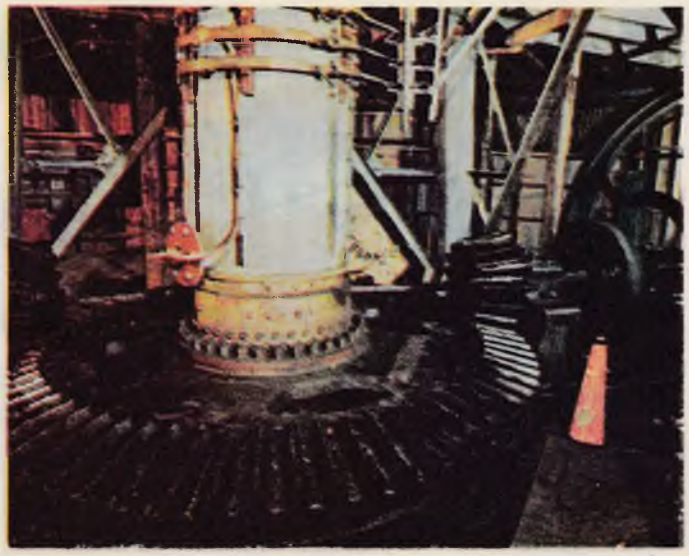
Makina türleri: Gezici lunaparklardaki makinalar, genellikle atlıkarınca ilkesine dayanır. Sözgelimi, «tırtıl» ya da «bugi bugi» denen aygıtta, inişli çıkışlı daire biçimi bir yol izleyen arabalar vardır. Bu arabalar, merkezdeki mile bağlı kollarla hareket eder. Milin çevresinde, üstüne iplerin bağlandığı bir kol yeralır. İpler, arabaları bütünüyle örtebilen bir tenteye bağlanmıştır. Makina hareket halindeyken, iplerin bağlı olduğu kol, merkez koluna göre hareketsiz kalır; böylece ipler, arabaların üstündeki tenteyi çekerek açıp, söz konusu aracı, eğlenmeye gelenlerin hizmetine sunar.

«Uçan sandalyeler»in oturma yerleri, zincirlerin ucuna bağlıdır. Makina dönerken, merkezkaç gücüyle, oturma yerleri dışa doğru açılır. Bu salıncakların mo-

Uçan sandalyelere benzeyen bir lunapark eğlence aygıtı. (solda)

Resimde (altta solda) görülen makina, 56 BG' nde (37 kW) iki doğru akım motoruna kayışla bağlı, 3,6 m çapında bir dişliden oluşur ve uçan sandalyelerin döndürülmesinde kullanılır. Bağlantılardan biri resmin sağında yeralmaktadır. Bunlar, orta sütuna bağlı dişlinin dönmesini sağlayan koni biçimli dişlileri hareket ettirir. Sütun üstünde, aydınlatma için kullanılan elektriği fırçalarla ileten teller görülmektedir. Motoru hareket kasnağına bağlayan halatlar çok sağlamdır.

Hareketli zincirler, arabaları yüksek bir noktaya taşır. (altta sağda) Zincirin yanında yalın, ama etkili bir güvenlik aygıtı vardır: Arabanın altında bulunan bir mandalın, araba geriye doğru gitmeye başladığı zaman takılabileceği dişler.



dern biçimlerinde, oturma yerleri roket biçiminde yapılmakta ve kabinler, bir kola bağlı olarak, ortak bir göbekten hareket ettirilmektedir. Kabinlerin bağlı olduğu kollar, binenlerin kabin içinden denetleyebildikleri basınçlı hava silindirleriyle aşağı-yukarı hareket ettirilir. Hava, ayrı bir kompresörden gelir ve göbeğin merkezinde «O-ring»leri olan, dönen bir mafsal aracılığıyla taşınır. Makinanın dönmesi tamamlanınca, kompresör de kapatılır ve böylece, bütün kabinler aşağı inerek, yer düzeyine gelir. Herhangi bir nedenle hava basıncının düşmesi de aynı sonuca yolaçar. Sistemde oldukça küçük çaplı boruların kullanılması, kabinlerin aşağı yavaşça inmesini sağlar.

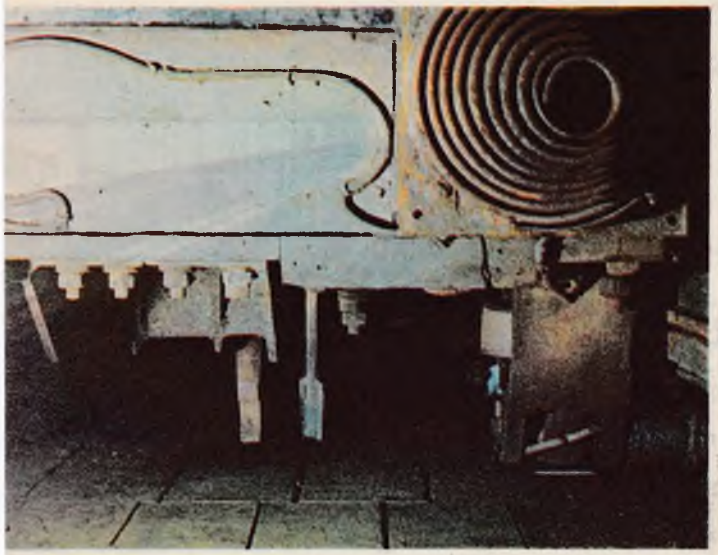
Söz konusu tekniklerin krank, KAM ve eksantrik kollarla donatılmasıyla, çeşitli lunapark makinaları yapılabilir. Lunapark makinalarını tasarımlayan mühendisler, güçlü ve bakımı kolay olan mekanik çözümleri, elektronik çözümlere yeğlerler.

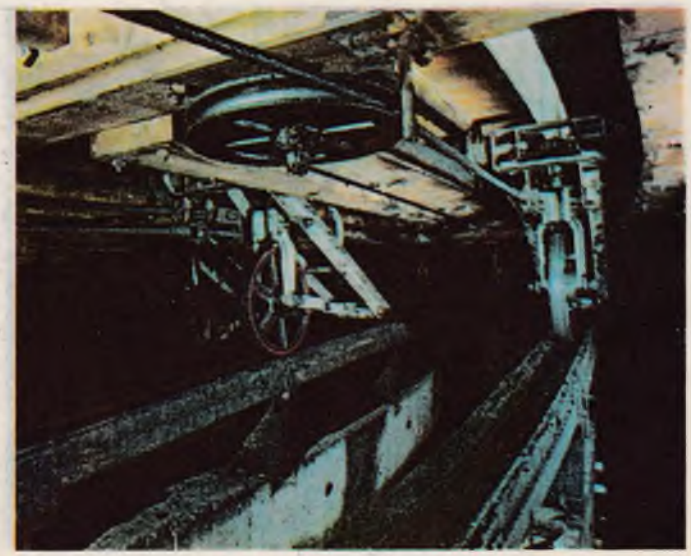
Öteki makinalar: Dönen harekete dayanmayan başka bir eğlence aracı, «çarpışan otomobiller»dir. Bunlar, elektrik gücünü, tavanda bulunan ağ biçimindeki tellere değen bir ileteçten alırlar. Hareket alanları, devreyi tamamlayan metal bir döşemedir. Döşeme,üstüne basanların çarpmaması için yüksüz yapılır. Çarpışan arabaların motoru, 1/2 BG (375 watt) kadardır ve 110 voltta birkaç amperlik doğru akım kullanılır. Söz konusu elektrik akımı, motoru, ileteçteki tel demetini ısıtmadan çalıştırır. Bir direksiyonla yönetilen ve üç tekerleği olan araba, ön tekerleğin tahrikiyle hareket eder. 180° döndürülebilen direksiyon, araca büyük bir hareket yeteneği sağlar. Çarpışan

Dakikada 17 devir yapan bir tür dönmedolap. (altta) Bu aygıtlara binenler, merkezkaç kuvvetiyle kenarlara doğru bastırılarak, düşeye yakın bir biçimde dönerler.

Bir «yüksekten düşen araba»nın altı. (altta solda) Arabanın altında, güvenlik mandalı ve zincire geçen güvenlik kancası görülmektedir. Arabaların üstünde yol aldığı iki rayın dışında, yanal ve aşağı-yukarı hareketi engelleyen dört ray daha vardır.

Büyük bir atlıkarıncanın altı. (altta sağda) 56 atlı 50 tonluk platformu olan bu makina, 56 BG (41 kW) motor gücüyle çalışmaktadır. Her at, resimde de görüldüğü gibi, inişli çıkışlı bir yolda hareket etmektedir. Atlara bağlanmış olan kablolar, öne ve arkaya hareket etmelerini sağlar. Bu makinada 1 000 tane yağlama noktası vardır.





arabalar sık sık birbirlerine girdiklerinden, otomatik debriyaj mekanizmalarıyla donatılmışlardır. Debriyaj mekanizması, motoru, tekerleklerden ayırarak büyük yüklerden korur.

Yerçekimine bağlı olarak çalışan bir başka lunapark makinası da «yüksekten düşen arabalar» ya da «uçan arabalar»dır («auto volante»). Bu makinada arabalar, yüksek bir noktaya çıkarıldıktan sonra, bütünüyle yerçekimine bağlı olarak aşağı indirilir. Arabaların izlediği yol, inişli çıkışlı biçimde tasarımlanmıştır. Böylece arabalar, aşağı doğru kayarken, önlerindeki tepeye tırmanacak gücü kazanırlar.

Arabaların en üst noktaya çıkarılması, çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilir. En yaygını, sürekli hareket halinde bulunan ZİNCİRLE TAHRİK'tir. Arabaların altında bulunan bir kanca, bu zincirlerden birine bağlanır. Başka bir güvenlik önlemi de, tepe noktada yeralan dişlerdir. Herhangi bir aksaklık olursa, arabanın altında bulunan bir kastanyola, bu dişlere bağlanır. Ayrıca, arabaların altında, acil durumlarda ya da hareketin sonunda kullanılabilecek fren düzenekleri de vardır.

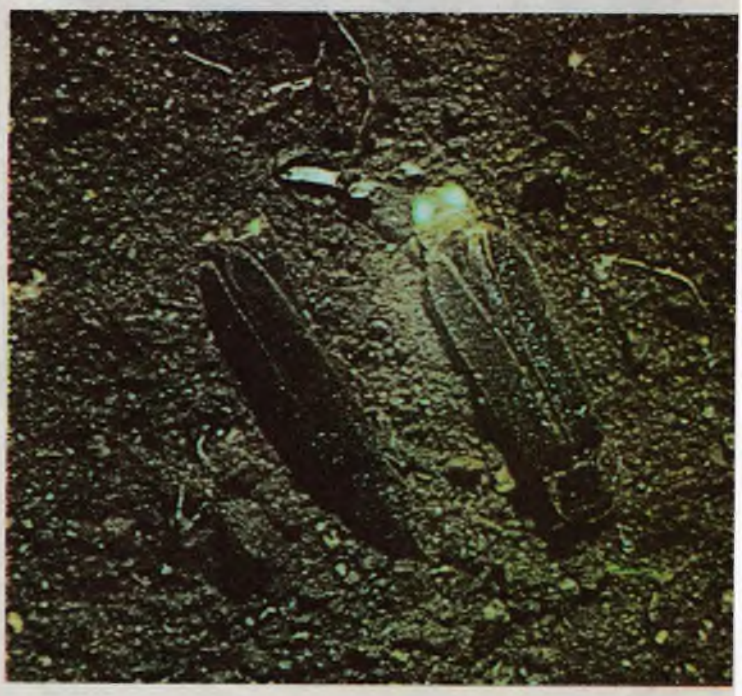
Büyüklükleri nedeniyle, yüksekten düşen arabalar, genellikle gezici olmayan lunaparklarda bulunur. Gezici olmayan lunaparklarda, gezicilere oranla daha çok eğlence aracı vardır. Gezici olmayan lunaparklar, elektrik elde etme kolaylığı bakımından, doğru akım yerine alternatif akım kullanırlar. Modern hidrolik motorları, elektrik motorlarından daha küçüktür ve daha yüksek hız ve güç üretebilirler. Bunların basınçlı akışkanla çalışan türbinleri vardır. Basınç, dönel pompalardan elde edilir ve 200 atmosfere ulaşabilir. Pompalar sürekli çalışır ve basınç, bir valf aracılığıyla, giderek artan oranlarda verilir. Böylece hız artışı gerçekleştirilir.

LÜMİNESANS

Işık, birbirinden oldukça farklı iki yolla elde edilir. Bir nesnenin, sözgelimi gaz lambasının fitilinin ya da elektrik ampulünün filamanının ısınması sonucu elde edilen ışığa, «*akkorışı*» denir. Isı olmaksızın ışık yayılmasıysa, «*lüminesans*» (ya da «*ışılışı*») diye adlandırılır.

Lüminesans, ilk kez 3 000 yıl önce, ateşböceklerinin, eşlerinin dikkatini çekmek için saldıkları pırıltılarda fark edilmiştir. Bu tür biyolüminesans, çeşitli yayınlarda sık sık sözünün edilmesine karşılık, bilimsel olarak incelenmemiştir. İlk lüminesan madde bileşimi, 1603 yılında, Cascariolo adlı bir İtalyan tarafından raslantı sonucu bulunmuştur. Altın elde etmeye çalışan Cascariolo, bazı taşları kömürle ısıtmış ve gündüz herhangi bir özellik göstermeyen bu karışımın, geceleri koyu mavi bir ışık saçtığını görmüştü. Söz konusu madde, güneş ışığını soğurup ışıldıyor, ancak ışık çok zayıf olduğundan, yalnızca karanlıkta fark ediliyordu.

Lüminesan maddeler: Bir madde ısıtılırsa, atomları hareketlenir, birbiriyle çarpışır ve cisim enerji



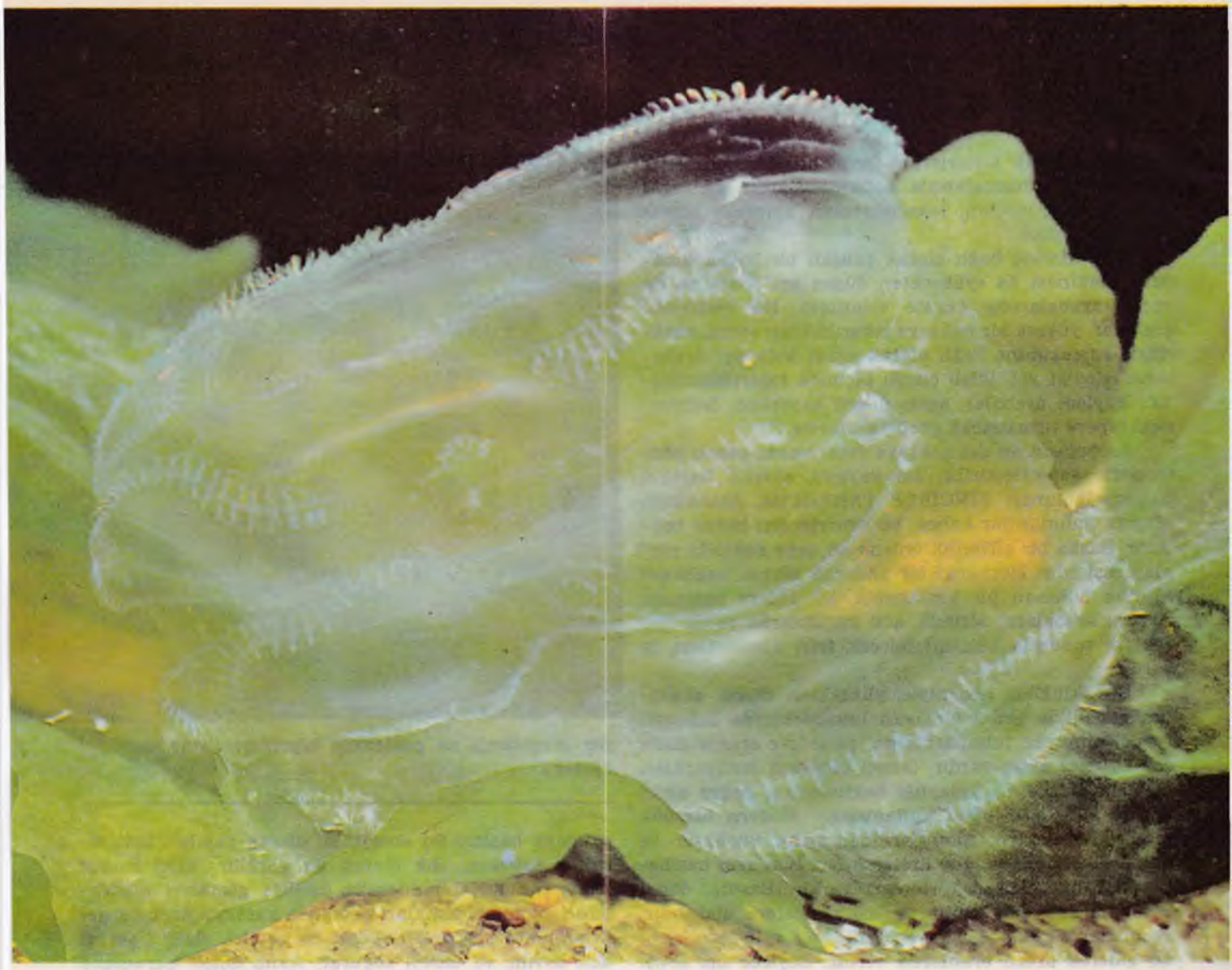
Bir ateşböceği ve gösterdiği biyolüminesans. (üstte)

salmaya başlar. Bu enerji, ısı olarak yayılır; ama sıcaklık arttıkça, ışık olarak da görülür. Yani madde akkorışıl olur. Lüminesans özelliği gösteren maddelerde, atomlar, aldıkları enerjiyle kararsız duruma gelirler. Yani elektronlarından en az biri, olağan yerinden ayrılır ve enerji soğurur. Atom doğal durumuna dönerken, bu enerji, görünür ışık olarak yayılır.

Lüminesansın iki türü vardır: *Flüoresans; fosforesans.* Flüoresansta, atom ve moleküllerde uyarmayı sağlayan etmen ortadan kalkınca, maddenin ışıması sona erer. Oysa fosforesansta, ışıma sürer. Işıma süresi, saniyenin milyonda biri kadar olabileceği gibi, günlerce de sürebilir.

Lüminesansa, elde ediliş biçimine göre de değişik adlar verilir. Kimyasal tepkimelerle elde edilen enerji sonucu oluşan lüminesansa «*kimyasal lüminesans*», biyolojik ya da biyokimyasal kaynaklardan enerji alanlara «*biyolüminesans*», ışıktan soğurulan enerjinin oluşturduğuna «*fotolüminesans*», elektronların eklenmesi sonucu oluşana «*elektrolüminesans*», X ışınlarından gelene de «*röntgenlüminesans*» denir.

Uygulama alanları: Işık üreten bir sistemin kuşkusuz en önemli kullanım alanı, aydınlatmadır. Elektrik DEŞARJ TÜPÜ, gaz moleküllerinin elektronlarla bombardımanı sonucu ışık verir. Bu, elektrolüminesansa bir örnektir. Deşarj tüpleri kullanılarak yapılan ilk yerel aydınlatma, 1904'te New Jersey'de (A.B.D.), Newark kentinde gerçekleştirildi. Tüplerde düşük basınçlı hava bulunuyordu. Günümüzde deşarj tüplerinde neon ve sodyum buharı kullanılmaktadır. Deşarj tüpünün saldığı ışığın rengi, kullanılan gaza bağlıdır. Tüp, fotolüminesans sağlayan bir maddeyle kap-



lanmadıkça, bu renk değişmez. Fotolüminesans için en çok civa buharı kullanılır. Işık, tüpün çevresindeki fotolüminesans maddesi tarafından soğurulur. Sonra, bu madde, başka renkte bir ışık salar. Değişik fotolüminesans özelliği gösteren madde karışımları kullanılarak, çeşitli tonlarda beyaz ışık üretilebilir. Mağazalar, işyerleri ve evlerde yaygın olarak kullanılan flüoresan lambalar bu türdendir ve yaydıkları beyaz ışığın tonu, özenle ayarlanır.

Lüminesansın aydınlatma dışındaki kullanım alanı da çok geniştir. Bunların en önemlisi RADAR ve TELEVİZYON'un temeli olan KATOT IŞINI TÜPÜ'dür. Görüntüler, tüpün ucuna sürülen lüminesan maddeye çarpan hızlandırılmış elektronlarla sağlanır.

Lüminesan maddelerin başka bir kullanım alanı da, kumaşlarda parlaklık sağlamaktır. Boyanmamış kumaş lifleri, hafif sarıdır. Bunları beyazlatmanın en eski yolu, hafif mavi bir boyayla boyamaktır. Günümüzdeyse lifler, gün ışığının morötesi bölümünü soğurup sarı ışığı dengeleyecek mavi ışık salan, bir bileşikle boyanır. Böylece, eski yönteme göre çok daha parlak bir kumaş elde edilir. Bu etki en çok, kulüp ve diskoteklerde kullanılan özel morötesi ışıklandırmalarda ortaya çıkar. Beyaz kumaşlar, mavi-beyaz bir görünüm kazanır. Bu tür optik parlatıcılar DETERJAN'lara da katılır.

«Ktenofor» adı verilen bu deniz canlısında (üstte), lüminesan hücreler, hareket için kullanılan kirpiksi ayakçıklardadır.

Lüminesan maddelerin çok küçük miktarları, aynı miktarda boyadan daha fazla etki gösterir. Sözgelimi, organik bir birleşik olan *flüoresein* ($C_{20}H_{12}O_5$), yoğunluğu 40 milyonda bir de olsa farkedilebilir. Bu nedenle, bu tür maddeler, hastalıkların teşhisinde, hava-deniz kurtarmalarında, sızıntı kaynaklarının bulunmasında kullanılır. Rhône ırmağının kaynağının belirlenmesinde de bunlardan yararlanılmıştır. Röntgenlüminesansı sağlayan maddeler, X ışını FLÜOROSKOPİ'sinde kullanılır. Lüminesan maddelerden bazen, boya karışımlarında da yararlanılır. Normal boya, bütün renkleri soğurup tek renk yansıtır; lüminesan boyaysa, yansıttığı renk dışında, resme çok parlak bir görünüm sağlar. Gösterge tablolarında, trafik işaret levhalarında ve flüoresan saatlerde kullanılan lüminesan madde, kullanım yerine göre, fosforesans özelliği gösteren maddeyle kaplanır.

Lüminesansın çağdaş kullanım alanları arasında, ışık salan DİYOT'ları, LAZER'leri, uçaklar için tehlike anında aydınlatmayı (kimyasal lüminesansla), pullara sürülen maddenin saldığı lüminesansla çalışan otomatik postalama yöntemini sayabiliriz.

M

MADDE (özellikleri)

Günlük yaşantımızdan bildiğimiz gibi madde, katı, sıvı ya da gaz hallerinden birinde bulunur. Kabaca tanımlanırsa, belirli sıcaklık ve basınç altında, bir katının büyüklüğü ve biçimi değişmez. Sıvılar, akma özelliğinde olduklarından, biçimlerini değiştirebilirler, ama hacimleri değişmeden kalır. Gazlarsa, içinde bulundukları kabı bütünüyle dolduracak biçimde genişlerler. Bazen katı, sıvı ve gaz halleri arasında pek açık bir ayrım olmayabilir, yani bunları ayırt etmek zorlaşır. Sözgelimi, zift ve cam gerçekte birer sıvıdır. Ne var ki, camın bu özelliği, ancak yüzyıllar sonra ortaya çıkar ve normal olarak, bundan önce cam, saydam olmayan bir biçimde billurlaşır. Katı haldeki bir maddenin birim hacminin *yoğunluğu* (sözgelimi 1 cm^3'ünün gram cinsinden ağırlığı), öteki hallerdeki yoğunluğundan daha büyüktür; gaz halindeyse en küçüktür.

Oda sıcaklığında ve basıncında maddeler, MOLEKÜL'lerden (atom grupları) oluşan bir yapıda bulunur. Farklı hallerde (katı, sıvı, gaz) bulunmalarının nedeni, bu moleküllerin birbiriyle ilişkilerinde ortaya çıkan farklılıklardır.

Katılar: Katı halde moleküller, kimyasal bağlar aracılığıyla, birbirlerine göre değişmez konumlarda bulunurlar. Bu bağların doğrultu ve uzunlukları, belirli bir kimyasal bileşik için değişmezdir. Dolayısıyle, çok sayıda molekül birbirine tutunarak, düzenli bir katı (billur) biçimi oluşturur. Billurların biçimi, söz konusu kimyasal bileşiğin ayırıcı niteliğidir. Sözgelimi, sofra tuzu billurları, küp biçimindedir.

Bazı bileşiklerde moleküller, birden çok biçimde birbirine bağlanabilir. Bu durumda farklı billur biçimleri ortaya çıkar. Bunların yoğunlukları da genellikle değişiktir. Bu duruma en güzel örnek, KARBON'dur. Karbon atomları, değişik düzende bağlanmaları

Aşırı koşullar altında, bilinen maddeler bile, çok değişik özellikler gösterirler. Bir yanardağ püskürmesinde, bacadan, 1 000°C'ın üstündeki sıcaklıklarda, sıvı halde taşlar çıkabilir. Resimde (altta) 1964'te İzlanda'daki Surtsey adasındaki patlamada denize ulasan lavlar görülmektedir.

sonucu, grafit ya da elmas olarak billurlaşabilir. Farklı *alotrop*ları belirtmek için «*faz*» terimi kullanılır.

Bütün METAL billurları ile metal olmayan birkaç billur (grafit gibi), elektriği iletirler. Bunun nedeni, söz konusu maddelerin atomlarının, kolayca elektron yitirmesidir. Serbest kalan elektronlar, billur içinde hareket edeceklerinden, bir gerilim uygulandığında akım iletirler. YALITKAN'larda elektronlar, atoma çok sıkı bağlarla bağlanmışlardır. Bu yüzden, dıştan uygulanan bir elektrik alan, elektronları kolayca serbest duruma geçiremez. İletken ile yalıtkan arasında yeralan ve «YARIİLETKEN» adı verilen başka maddeler de vardır. Bunların elektrik özellikleri, içlerine çok az miktarda yabancı madde karıştırılarak değiştirilebilir. Yarıiletkenler, daha çok TRANSİSTÖR'lerin ve ENTEGRE DEVRELER'in yapımında kullanılırlar.

Öte yandan, bir katının magnetik özellikleri, moleküller ile elektronlar arasındaki «bağ»a göre değişir (Bk. MAGNETİZMA). Normal olarak elektronlar, karşıt yönlerde magnetik alanlar oluştururlar ve böylece, birbirlerinin magnetik alanlarını yok ettiklerinden, herhangi bir magnetik etki gözlenmez. Yalnızca birkaç elementin (özellikle, demir, kobalt, nikel gibi) elektronları, karşıt yönlerde magnetik alan oluşturmazlar. Birbirlerinin magnetik alanı etkisinde kalarak aynı yönde dizildiklerinden, kuvvetli bir magnetik alan oluştururlar.

Katılar içindeki BAĞ'lar bütünüyle rijit değildir. Dışardan bir kuvvet uygulandığında, atomlar hafifçe hareket ederek birbirlerine yaklaşabilirler. Bu kuvvet ortadan kalktığında, eksi yüklü elektronların birbirini itmesi sonucu, atomlar yeniden eski konumlarını almaya zorlanırlar. Böylece katı, eski biçimini kazanır. Bu olaya «ESNEKLİK» adı verilir. Bundan başka, atomlar, sürekli olarak, ortalama konumları çevresinde titreşim yaparlar. Bu titreşimin ortalama enerjisi, o kütlenin SICAKLIK derecesinin bir ölçüsüdür (gerçekte, mutlak sıfır sıcaklığında bile bir takım titreşimler vardır). Katının sıcaklığı arttıkça, titreşimlerin genliği de artar ve bağların boyu hafifçe uzar. Sıcaklık arttıkça billurun genleşmesinin nedeni budur *(ısıl genleşme)*.

Sıvılar: Sıvılarda, moleküller arasındaki çekim kuvveti, onları hareketsiz tutacak kadar büyük değildir. Hattâ bir sıvı ile içinde bulunduğu kabın molekülleri arasındaki çekim kuvveti, sıvının molekülleri arasındaki çekim kuvvetinden çok daha büyüktür. Sözgelimi, temiz bir cam üstüne konulan bir damla su, ince bir tabaka halinde yayılacaktır; çünkü su molekülleri ile cam arasındaki çekim kuvveti büyüktür. Buna karşılık, cam biraz yağlı olursa, su mole-

Plazma, bir bölümü ya da bütünü iyonlaşmış bir gazdır; ama içinde hâlâ elektronlar bulunduğundan, toplam yükü büyük değildir. Güneşten, sürekli olarak bir güneş rüzgarı (ince bir plazma) yayılır; bu, atmosfere çarptığında gökyüzü aydınlanır. (üstte) Buz halindeki suyun yoğunluğu, sıvı haldekinden daha azdır (bu, sıvılar arasında yalnızca suya özgü bir özelliktir). Katıların çoğu, kendi sıvıları içinde batarlar. Su üstünde görülen ve gemiler için tehlikeli olan buzdağlarının (solda) yaklaşık % 90'ı su altındadır.

külleri arasındaki çekim kuvveti daha büyük olacağından, damla yayılmaz. «YÜZEY GERİLİMİ» adı verilen bu olay, bir cam kapta bulunan su yüzeyinin aldığı biçimde de gözlenebilir. Su, değme noktasında biraz yukarı doğru yükseldiğinden, toplam su yüzeyi eğri bir biçim alır. Kılcal borularda (çok dar boru) bulunan su, bu kuvvetin etkisiyle, yerçekimine ters yönde (yerçekimine karşı) yükselir. Kurutma kağıdının lifleri arasındaki çok küçük boşluklar da bu tür bir kılcal etki doğurduğundan, sıvıları kolayca içine çekebilmektedir.

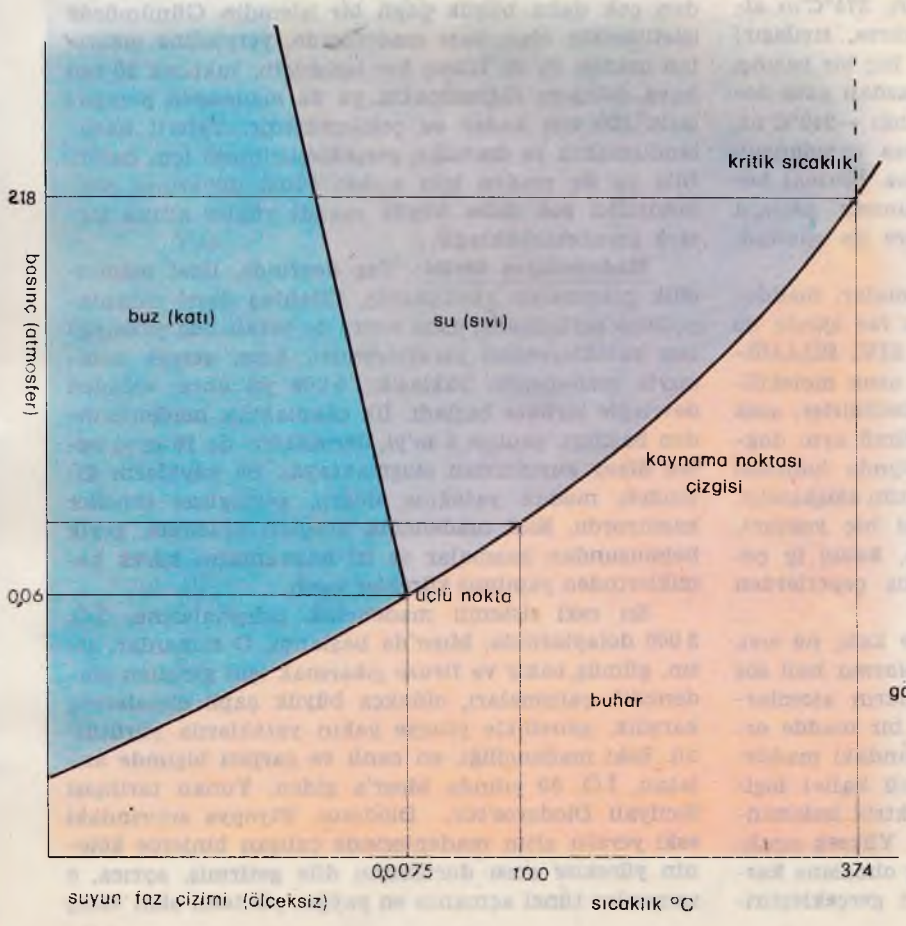
Katılarda olduğu gibi, sıcaklık arttıkça sıvılar da, hacim bakımından genleşirler. Ancak, suyun bir ayrıcalığı vardır. 4°C'ın altındaki sıcaklıklarda, sıcaklık düşürüldükçe su genleşir. Bunun nedeni, hidrojen bağlarının oluşmasıdır. Suyun, sıfır derecede donduğunda kapladığı hacim, sıvı haldeyken kapladığı hacimden daha *büyük*tür. Bu yüzden, kış aylarında donan su boruları patlar; ayrıca buz parçaları su üstünde yüzebilir. Su dışında, aşağı yukarı bütün maddeler, dondukları zaman küçülürler ve sıvı içine bırakıldıklarında dibe batarlar.

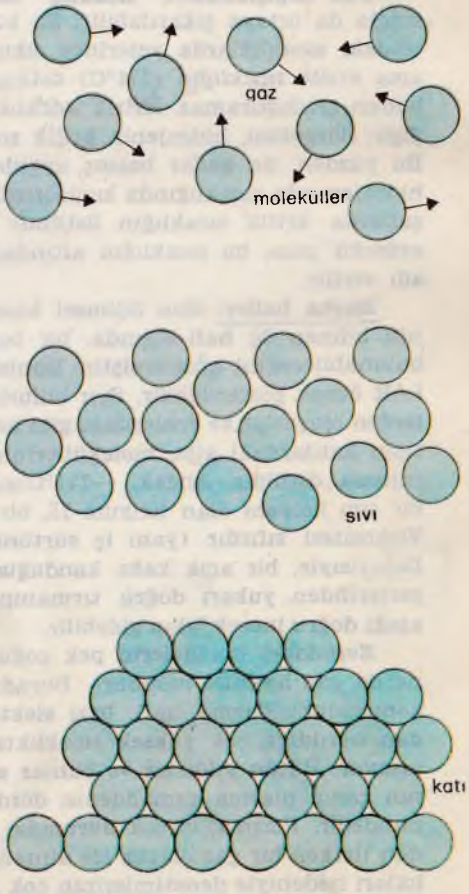
Gazlar: Gaz molekülleri, birbirlerinden çok uzak olduğundan ve çok hızlı hareket ettiklerinden, aralarındaki çekim kuvveti çok zayıftır. Dolayısıyle bunları, bütünüyle bağımsız tanecikler olarak düşünmek daha doğrudur (*ideal gaz* kabulü). Gaz moleküllerinin hızı, sıcaklığa bağlıdır; içinde bulundukları kabın çeperlerine uyguladıkları kuvvete, «*basınç*» denir. Gazın oluşturduğu basınç, hem moleküllerinin hızına, hem de moleküllerin kabın çeperlerine çarpma sıklığına bağlıdır. Çarpma sıklığıysa, gazın yoğunluğuyla ilişkilidir. İdeal gazın sıcaklığı, basıncı ve yoğunluğu arasındaki ilişki, GAZ YASALARI'yla verilir.

Basıncın çok yüksek ya da sıcaklığın çok düşük olduğu durumlarda, moleküller arasındaki kuvvetler önem kazanır ve öngörülen gaz yasalarına uymayan bir özellik ortaya çıkar. Koşullar sınıra ulaştığında, gaz sıvılaşır.

Faz değişiklikleri: Bir halden ötekine ya da bir alotroptan ötekine faz değişikliği olması için, sıcaklık

Suyun faz çizimi, üç olası halin bulunabileceği, sıcaklık ve basınç noktalarını göstermektedir. (altta solda) Üçlü noktada, buz, su ve su buharının üçü de denge durumundadır.
Maddenin üç hali. (altta sağda) Gaz halinde, moleküller serbesttir ve rasgele hareket ederler. Sıvı halde, birbirlerine daha yakındırlar, ama gene de hareketleri bağımsızdır. Katı haldeyse, düzgün ve sık sıralar oluştururlar.





ya da basıncın değişmesi gerekir. Bu iki koşulun önemi şu örnekle gösterilebilir: Su bir dağın tepesinde, 100°C'ın altında bir sıcaklıkta kaynar; çünkü buradaki basınç, deniz düzeyindekinden daha azdır. Bununla birlikte, belirli bir basınç altında, arı maddelerin kaynama ve erime noktaları değişmez. Bu özellikten, organik kimyada, bileşiklerin tanınmasında yararlanılır. Bilinmeyen bir maddenin kaynama ve erime noktaları, kimyasal ÇÖZÜMLEME'yle tanımlama yapıldıktan sonra, bunun doğruluğunu sınamak için kullanılır.

Bir kap içindeki su, bir yandan kaynayıp, bir yandan da buharlaşırken, sürekli ısı alır; ama bu sırada herhangi bir sıcaklık değişikliği söz konusu değildir. «*Buharlaşma ısısı*» adı verilen bu ısı, sıvı içinde çekim kuvvetleri sonucu bir arada tutulan molekülleri ayırmak için gerekli enerjiyi sağlamaktadır. Buharlaşma ısısından BUHAR MAKİNASI'nda yararlanılır. Bu makinada, basınç altında kaynayan suyun oluşturduğu buhar basıncı, bir pistonu harekete geçirmede kullanılır. Buhar yanığı, kaynar su yanığından daha tehlikelidir. Çünkü, buhar içinde yoğunlaşmış olarak bulunan buharlaşma ısısı, deriyi daha çok yakar.

Bir maddenin erime noktası, basınca, kaynama noktası kadar bağlı değildir. Bir katıyı eritmek için, genellikle buharlaşma ısısından daha düşük olan bir *erime ısısı* gerekir.

Faz değişiklikleri, sıcaklık değiştirilmeden, basınçla da ortaya çıkarılabilir. Su buharı, 374°C'ın altındaki sıcaklıklarda yeterince sıkıştırılırsa, sıvılaşır; ama *kritik sıcaklığın* (374°C) üstünde, hiç bir basınç, buharı sıvılaştıramaz. Kritik sıcaklık, gazdan gaza değişir. Sözgelimi, hidrojenin kritik sıcaklığı —240°C'tır. Bu yüzden, ne kadar basınç uygulanırsa uygulansın, hidrojen oda sıcaklığında sıvılaştırılamaz. Normal koşullarda kritik sıcaklığın üstünde bulunan gazlara «*sürekli gaz*», bu sıcaklığın altındakilere ise «*buhar*» adı verilir.

Başka haller: Son bilimsel araştırmalar, maddenin bilinen üç hali dışında, bir başka faz içinde de bulunabileceğini göstermiştir. Bunlara SIVI BİLLURLAR örnek gösterilebilir. Sıvı billurlar, uzun moleküllerden oluşurlar ve sıvılardaki gibi hareketlidirler; ama tıpkı katılardaki gibi, moleküllerinin tümü aynı doğrultuda dizilidir. Ancak, —271°C'ın altında bulunan bir sıvı helyum olan helyum-II, bir üstün akışkandır. Viskozitesi sıfırdır (yani iç sürtünmesi hiç yoktur). Dolayısıyle, bir açık kaba konduğunda, kabın iç çeperlerinden yukarı doğru tırmanıp, dış çeperlerden aşağı doğru inerek, akıp gidebilir.

Evrendeki maddelerin pek çoğu ne katı, ne sıvı, ne de gaz halinde bulunur. Burada *plazma* hali söz konusudur. Plazma hali, bazı elektronların atomlardan ayrıldığı, çok yüksek sıcaklıktaki bir madde ortamıdır. Bütün yıldızlar ve bunlar arasındaki maddenin çoğu, plazma («maddenin dördüncü hali») biçimindedir. Plazma, birçok durumda, elektrik bakımından iletken bir gaz olarak ele alınabilir. Yüksek sıcaklıkları nedeniyle denetimlerinin çok güç olmasına karşılık, laboratuvarlarda plazma örnekleri gerçekleştirilebilmiştir.

Gökbilim, aşırı yoğun maddelerin varlığını kanıtlamıştır. Bu maddelerin içinde basınç çok yüksek olduğundan, normal atomların varlığı düşünülemez. Söz konusu maddeler atomlardan çok, temel taneciklerden yapılmış sıvı ya da gaz özelliği gösterirler. «*Beyaz cüce*» denilen yıldızları, çekim kuvvetinden elektronlar korurlar. Bu yıldızların yoğunluğu, suyun yoğunluğunun on milyon katı kadardır. Nötron yıldızlarıysa (radyo dalgası yayınladıkları zaman «*pulsar*» diye adlandırılırlar), milyonlarca kez daha yoğundurlar ve kütleleri, nötronların basıncıyla korunur. Daha yüksek yoğunluklu maddelerse, «karadelik»ler diye adlandırılan görünmeyen kütleleri oluştururlar. Bunların çekim alanı son derece büyük olduğundan, ışık enerjisi bile «dışarı çıkamaz».

MADENCİLİK

Ağır mühendislik uygulamalarının çoğu gibi madencilik de, öteki endüstri kollarından çok daha karmaşık bir yapı taşımasına karşılık, gerçekte madenlerin çıkarılması bakımından büyük çaplı bir uğraştır. Tonlarca mineral ve filizin, yerin 15 kilometreye yaklaşan derinliklerinden yüzeye çıkarılması gerekir. Ayrıca, hava dolaşımının sağlanması ya da suyun pompalarla çekilmesi, bir kaya parçasının taşınmasından çok daha büyük çaplı bir işlemdir. Günümüzde işletilmekte olan bazı madenlerde, yeryüzüne çıkarılan maden ya da filizin her tonu için, yaklaşık 20 ton hava dolaşımı sağlanmakta ya da madenden pompalarla 100 ton kadar su çekilmektedir. Yeterli havalandırmanın ve drenajın gerçekleştirilmesi için bazen, filiz ya da maden için açılan tünel duvarının çökmesinden çok daha büyük maddi yükler altına girmek gerekebilmektedir.

Madenciliğin tarihi: Taş devrinde, ilkel madencilik çalışmaları yürütülmüş, Cilalıtaş devri insanları, önce yerüstünde, daha sonra da yeraltında çakmaktaşı yataklarından yararlanmıştı. Ama, gerçek anlamıyla madencilik, yaklaşık 5 000 yıl önce, «Maden devri»yle birlikte başladı. İlk çakmaktaşı madenlerinden bazıları, çapları 6 m'yi, derinlikleri de 10 m'yi bulan dikey kuyulardan oluşmaktaydı. Bu kuyuların dibinden, maden yatağına doğru, gelişigüzel tüneller kazılıyordu. Eski madencilik araçları arasında, geyik boynuzundan kazmalar ve iri hayvanların kürek kemiklerinden yapılmış kürekler vardı.

En eski sistemli madencilik çalışmalarına, İ.Ö. 3 000 dolaylarında, Mısır'da başlandı. O zamanlar, altın, gümüş, bakır ve firuze çıkarmak için girişilen madencilik çalışmaları, oldukça büyük çaplı olmalarına karşılık, genellikle yüzeye yakın yataklarda yürütüldü. Eski madenciliği, en canlı ve çarpıcı biçimde anlatan, İ.Ö. 50 yılında Mısır'a giden, Yunan tarihçisi Sicilyalı Diodoros'tur. Diodoros, Etyopya sınırındaki eski yeraltı altın madenlerinde çalışan binlerce kölenin yürekler acısı durumunu dile getirmiş, ayrıca, o zamanlar tünel açmanın en yaygın yöntemi olan «ateş

yakmak»tan söz etmiştir. Bu yönteme göre, kayanın sert yüzeyi önünde çalı çırpıdan ateş yakılıyor, kaya iyice ısınınca da, üstüne hemen soğuk su atılarak soğutuluyordu. Apansız soğutma, istenilen etkiyi doğuruyor, kayanın üstünde çatlaklar açılıyordu. Böylece, ilkel kazma ve küskülerle, kayayı parçalamak olanağı bulunuyordu.

Madenciliği geliştiren ikinci büyük uygarlık, Roma oldu. Romalılar madenci değillerdi; ama fethettikleri çeşitli ülkelerden madenciliği öğrenmişler, böylece, çeşitli ulusların yüzyıllar boyunca biriktirdikler zengin deneyimleri toparlamışlardı. Romalılar büyük çaplı madenler işlettiler. Onların, daha doğrusu kölelerinin bu uğraşlarına ilişkin kanıtlara, Avrupa ve Afrika'nın birçok yöresinde raslanır. Madencilik, Roma İmparatorluğu'nun yıkılışından sonra da varlığını sürdürdü. Ortaçağ'a gelindiğinde madencilik, Avrupa'da iyice yaygınlaşmıştı. AGRİCOLA'nın 1556 yılında yayımlanan *De Re Metallica* (Madenler Üstüne) adlı ünlü yapıtı, o dönemdeki madenciliğin eksiksiz bir

Malezya'da sulu kalay madenciliği. (üstte) Kil için de kullanılan bu yöntemde, filiz, suyla birlikte balçık halinde çıkarılır.

1920 yıllarında çekilen bu resimde (altta), Sicilya'da bir kükürt madenindeki madenciler görülmektedir. Frasch yönteminin ortaya çıkarılmış olmasına karşılık, bu kaba kazı aletleri (ve havanın varlığını denetlemek için taşınan kanarya kafesleri) Ortaçağ'dan beri kullanılmaktadır.

anlatımını içerir ve madencilik yazınının doğuşu olarak kabul edilebilir.

Buhar gücü: Buharın ortaya çıkmasına ve bu yeni güç kaynağının, havalandırmada, drenajda ve yukarı çekme işlemlerinde kullanılmaya başlanmasına kadar, madencilik tekniklerinde önemli bir gelişme olmadı. Endüstri devrimi (XVIII. ve XIX. yüzyıllar), 5 000 yıllık madencilik tarihinde eşi görülmemiş bir ilerlemeye yolaçtı. Bu iki yüzyıllık gelişme, madenciliği, yeryüzü kabuğunun madensel zenginliklerinin, dağınık ve gelişigüzel bir biçimde kazıldığı bir işlem olmaktan çıkardı. Bütün dünyayı kapsayan, karmaşık ve yaygın, ama iyi tasarlanıp yönetilen bir endüstri haline getirdi. Ne var ki, söz konusu dönüşümün bedeli ağır oldu. Madenler ve madencilik karmaşık bir nitelik aldıkça, bu alanda çalışan insanların çektikleri acılar da büyüdü. Dünya madenciliği XX. yüzyıla adımını attığında, madenlerde ölenlerin sayısı yılda 50 000'i bulmaktaydı. XX. yüzyılın ilk yarısındaki makinalaşma, üretimin büyük bir hızla artmasını sağladı. Ama, insanların yerini makinaların alması, her zaman büyük yararlar getirmedi. Kazma-kürek madenciliğinin geride kalması, çoğunlukla, eski ölüm oranının artmasıyla sonuçlandı. Bununla birlikte, son 30-40 yıldır alınan sıkı güvenlik önlemleri ile geliştirilen yeni makinalar ve teknikler, genel güvenlik açısından gözle görülür bir düzelme sağladı. Çıkarılan madenlerin ve filizlerin yıllık toplamının, XX. yüzyıl başlarındaki üretimi kat kat geride bırakmasına karşılık, dünyadaki kaza oranı da % 90 oranında bir düşüş gösterdi. Gene de madencilik, günümüzde de tehlikeli bir uğraş olmayı sürdürmektedir ve madencilerin yerini bütünüyle makinalar alıncaya kadar, çeşitli tehlikelerle karşılaşılması kaçınılmazdır.

Tehlikeye atılan insanların sayısını azaltma zorunluluğu dışında, maden bölgelerinin çoğunda yüksek ücretler ödenmesi de, bu işlerde, insanların yerini makinaların almasını zorunlu kılmıştır. Madenlerin ve filizlerin çıkarılmasında, yüklenmesinde ve taşınmasında kullanılan çeşitli araç ve gereçler geliştirilmiştir.

Ne var ki, madencilikte, gerek işleme süreçleri, gerekse ürünler bakımından büyük farklar söz konusudur ve bu durum, otomatik işleme süreçlerinin madenciliğe doğrudan doğruya uygulanmasını olumsuz yönde etkilemektedir. Başka hiç bir endüstri kolunda, etkili iletişim ve denetim sorunu, madencilikteki kadar önemli değildir. Çünkü, çalışma alanının birkaç kilometrekareye yayıldığı, geniş bir alana dağılmış yirmi ya da daha çok üretim biriminin bulunduğu ve bütün işlemin anında gözlemlenip denetlenemediği çok az endüstri kolu vardır. Bununla birlikte, bütün zorluklara karşın, bütünüyle otomatikleştirilmiş maden kömürü ocakları daha şimdiden çalıştırılmaya başlanmıştır ve daha ileri tasarımlar üstünde de ça-

Kuzey Galler'de (İngiltere) bir arduvaz taşocağı. (solda) Günümüzde dam kaplamaları gibi alanlarda pek kullanılmamasına karşılık, arduvaz ocakları hâlâ işletilmektedir. Açık tavanlı ocaklarda sık sık raslanılan bu setli görüntü, madenin bölüm bölüm çıkarılmasının daha elverişli olmasından ve bu yapının kamyonlar için geçici yolların yapılmasını olanaklı kılmasından kaynaklanmaktadır.

Avustralya'nın Morgan dağı madeninin havadan çekilmiş fotoğrafı. (sağda) Bu madenden 1973'te çıkarılan 1,3 milyon ton filizden, 8 488 ton bakır, 1 600 kg altın ve 1 300 kg gümüş elde edilmiştir.

lışılmaktadır (Bk. KÖMÜR MADENCİLİĞİ). Hem yeraltındaki, hem yerüstündeki sistemlerin denetlenmesinde ve çalıştırılmasında kullanılan elektronik bilgiişlem aygıtları yapılmıştır ve yükleme-boşaltma gibi bütün işlemler, otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, karmaşık taşıma şebekelerinin televizyonla izlenerek otomatik olarak denetlenmesi de, birçok madende uygulanmaktadır. Öte yandan, yukarı taşıma işleminin otomatik olarak gerçekleştirilmesi, günümüz yeraltı madenciliğinin başlıca özelliklerinden biridir.

Alında makinalaşma: Kömür ya da fosfat gibi, madenin oldukça yumuşak olduğu durumlarda, alında yapılan çalışmaları makinalaştırmak bir bakıma kolaydır. Yeraltında yollar açmak ve uzun ayak alınlarından maden parçaları koparıp yüklemek için, otomatik olarak çalışan makinalar geliştirilmiştir. Ne var ki, demir madeni filizi gibi sert tabakalar bu biçimde kazılmaya elverişli değildir. Kayanın sertliği ve yatakların düzensizliği nedeniyle, filizi yeraltındaki ana parçadan koparma işlemini makinalaştırmak güçtür. Dolayısıyle, yeraltı metal madenciliğine ilişkin yöntemlerin çoğu, damarın çalışma kesitlerine bölünmesini gerektirir. Bunlar, yeraltı hazırlık tünellerinde kullanılan PATLAYICILAR'la yerlerinden kopartılır.

Patlatma çalışmalarında, filiz alnının 2 - 3 m derinliğine 2,5 - 5 cm çapında delikler açılır. Patlayıcılar, bu deliklere yerleştirilir ve patlatılır. Böylece, ana gövdeden koparılan filiz, yerüstüne taşınmak için araçlara yüklenmeye hazır duruma getirilmiş olur. Kullanılan patlayıcı miktarı, koşullara göre değişir. Bununla birlikte, yaklaşık 3 m derinliğindeki bir deliğe, 2 kg patlayıcı yerleştirildiğinde, aşağı yukarı 3 ton filiz elde edilebileceği söylenebilir. Bazı durumlarda, ya aynı anda birçok patlayıcı birden ya da birkaç patlayıcı hızla birbiri ardınca patlatılır. Çalışanlara zarar vermemesi için, patlama, genellikle vardiya aralarında gerçekleştirilir ve sağlığa zararlı dumanların iyice dağılması için belli bir süre beklenilir.

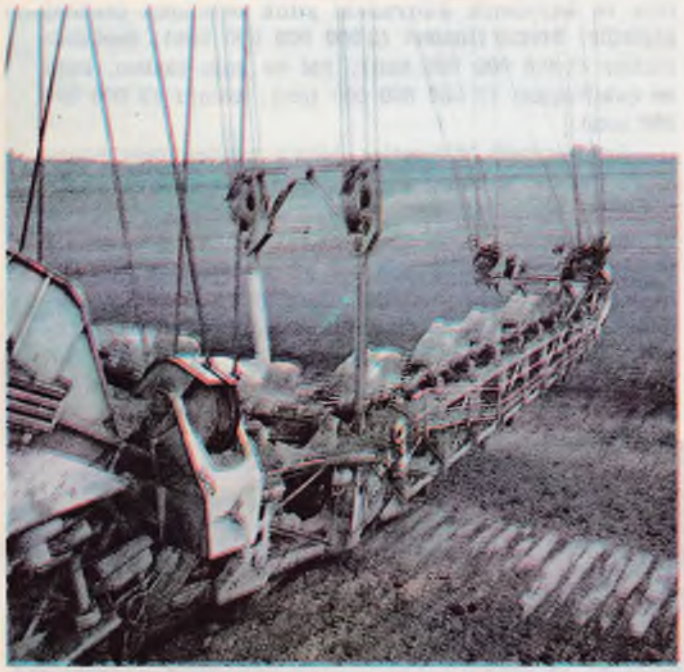
Madencilik işlemlerinin boyutları: Çeşitli maden, filiz ve kayaların dünyadaki yıllık ortalama üretimi şöyledir: Metal filizleri (2 000 000 000 ton); metalsiz filizler (1 400 000 000 ton); yol ve yapı taşları, kum ve çakıltaşları (3 500 000 000 ton); kömür (3 000 000 000 ton).

Açık tavanlı işletmeler, bütün maden üretiminin aşağı yukarı % 70'ini kapsar. Bazı açık tavanlı işletmelerde, taşınacak örtü kütlesinin, maden yatağının kendisinden 10-20 kat daha büyük olduğu düşünülürse, dünya madenciliğinde her yıl (artıklar dahil) 500 milyar ton madde taşındığı daha kolay anlaşılır. Madencilik çalışmaları, büyüklük bakımından çok farklıdır. İki-üç işçinin çalıştığı ve yılda birkaç bin ton filiz üreten madenlerden, Güney Afrika'daki, her birinde 15 000 işçi çalışan ve 3,7 kilometreyi bulan de-

rinliklerden her yıl milyonlarca ton altın çıkarılan dev altın madenlerine kadar, çok farklı büyüklükte madenler vardır. Bu kadar derinde yürütülen çalışmalarda kayaların sıcaklığı çok yüksek olduğu için, havanın, dev soğutma aygıtlarıyla soğutulması gerekir.

Dünyanın en büyük yeraltı madeni, İsveç'in Lapland bölgesinde, yılda 15 milyon ton yüksek nitelikli magnetit üreten, dev Kiruna demir filizi madenidir. Açık tavanlı işletmelerdeyse A.B.D'nin Utah eyaletindeki Bingham Canyon bakır madeni, üretim sırasında başta gelir. Bu madende, günde yaklaşık 250 bin ton artık kaya çıkarılır ve günde, yüzde 0,7 bakır içeren 90 bin ton bakır filizi elde edilir.

Açık tavan işletmeciliği mi, yoksa yeraltı madenciliği mi yapılacağı, yüzeyin özellikleri, maden yatağı ve çevresindeki kayaların yerbilimsel koşulları, yatağın büyüklüğü ve olası değeri, çevresel sınırlamalar, maden yatağının derinliği, vb. pek çok etken titizlikle incelendikten sonra kararlaştırılır. Koşullar elverişliyse hem yatırım, hem de maliyet açısından daha ucuz olduğundan, genellikle acık tavanlı işlet-



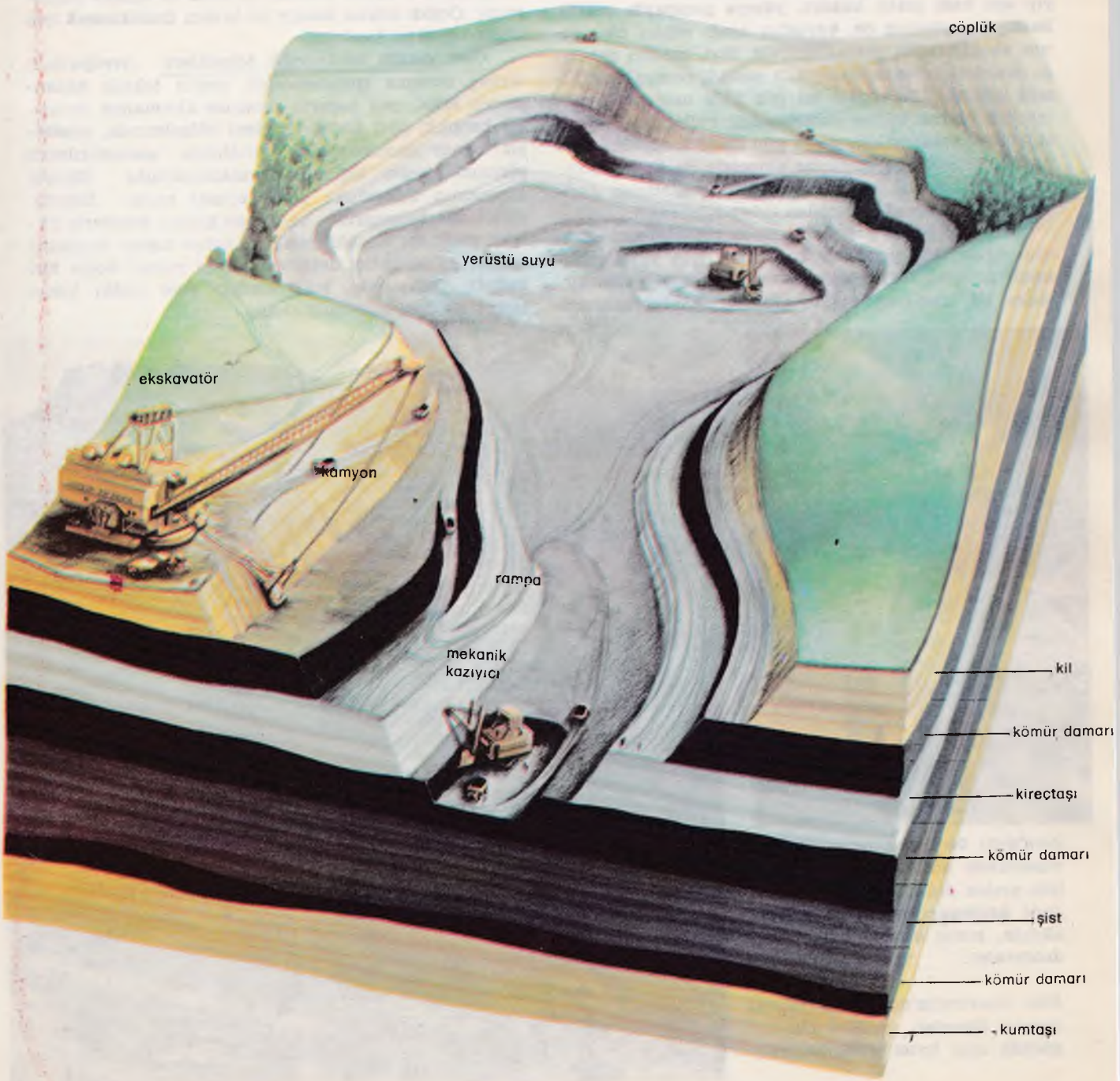
Almanya'daki açık tavanlı kömür madenlerinde kullanılan dev ekskavatörlerin iki görünümü. (solda üstte ve altta) Üstteki resimde, Helmstedt'teki bir madenin üstündeki tabakayı kaldıran ekskavatör, Köln linyit madeninde çekilmiş olan alttaki fotoğraftaysa, bu araçların ne kadar büyük paletler üstüne oturtulduğu görülmektedir. Açık tavanlı işletmeler, yeraltı madenciliğinden ekonomiktir. Filizin üstünün açılması için önce, üstteki toprak tabakasının kaldırılması gerekir. Resimdeki (sağda) madenin üstü, dev ekskavatörle temizlenmekte ve çıkan artık madde, kamyonlarla ilerdeki çöplüğe taşınmaktadır. Kömür tabakasının üstü temizlenince, içine patlayıcıların yerleştirileceği delikler açılır. Bu yolla yerinden sökülen kömür, alttaki sete dökülür ve oradan toplanarak, ya kamyonlarla ya da taşıyıcı bantlarla işlenmeye götürülür.

Yeraltı madenciliğinde havalandırma ve drenaj büyük önem taşır. Çoğunlukla, bu amaçla yapılan çalışmaların gideri, filizin çıkarılması için yapılanınkini aşar. Resimde (altta) görülen kıskaç kepçe, Avustralya'daki bir madende hava deliği açmak için kullanılmaktadır.

mecilik yeğlenir.

Madencilik sistemleri: Daha önce de belirtildiği gibi, madencilik, genellikle açık tavanlı işletme ve yeraltı madenciliği diye iki ana başlık altında toplanabilir. Bunlar da kendi içlerinde çeşitli sınıflara ayrılabilir. Açık tavanlı madencilik, maden filizi yatağının aşağı doğru uzandığı açık tavanlı işletmeleri ve maden yatağının dikey kalınlığının çok sınırlı olduğu, ama yatay yönlerde bir hayli uzandığı durumlarda uygulanan ekskavatörle maden çıkarma yöntemi gibi işlemleri içerir. Yüzeye yakın bulunan kömür damarları, ekskavatörle maden çıkarmaya özellikle elverişlidir. Ayrıca, açık tavanlı işletmelerin başka bir türüne de, granit ve kireçtaşı gibi maddelerin çıkarıldığı taş ocaklarında raslanır.

Alüvyonlu KALAY madenciliği, yüz yılı aşkın bir süredir yapılmaktadır; ama son yıllarda, oldukça geliştirilmiştir. Bu teknik, çeşitli değerli ürünlerin, deniz yatağından taranarak çıkarılmasına dayanır. Söz konusu ürünler arasında elmas ve belki daha sıradan, ama çok önemli olan kum ve çakıltaşı yatakları vardır. Bu gevşek yataklar, çarklı ve kepçeli ya da emme



pompalı taraklarla işlenir. Ticari deniz madenciliği çalışmalarının genellikle 60 metre derinlikle sınırlı olmasına karşılık, Büyük Okyanus'ta 900 metre derinden manganez yumruları çıkarma amacıyla, hava emme pompaları kullanılmıştır. Bazı uzmanlar, deniz yataklarında 3,5 kilometre derinliğe kadar maden çıkarma çalışmalarının yapılabileceği ve bu yoldan elde edilecek değerli madenlerin, karadaki toplam maden rezervlerini aşacağı kanısındadırlar.

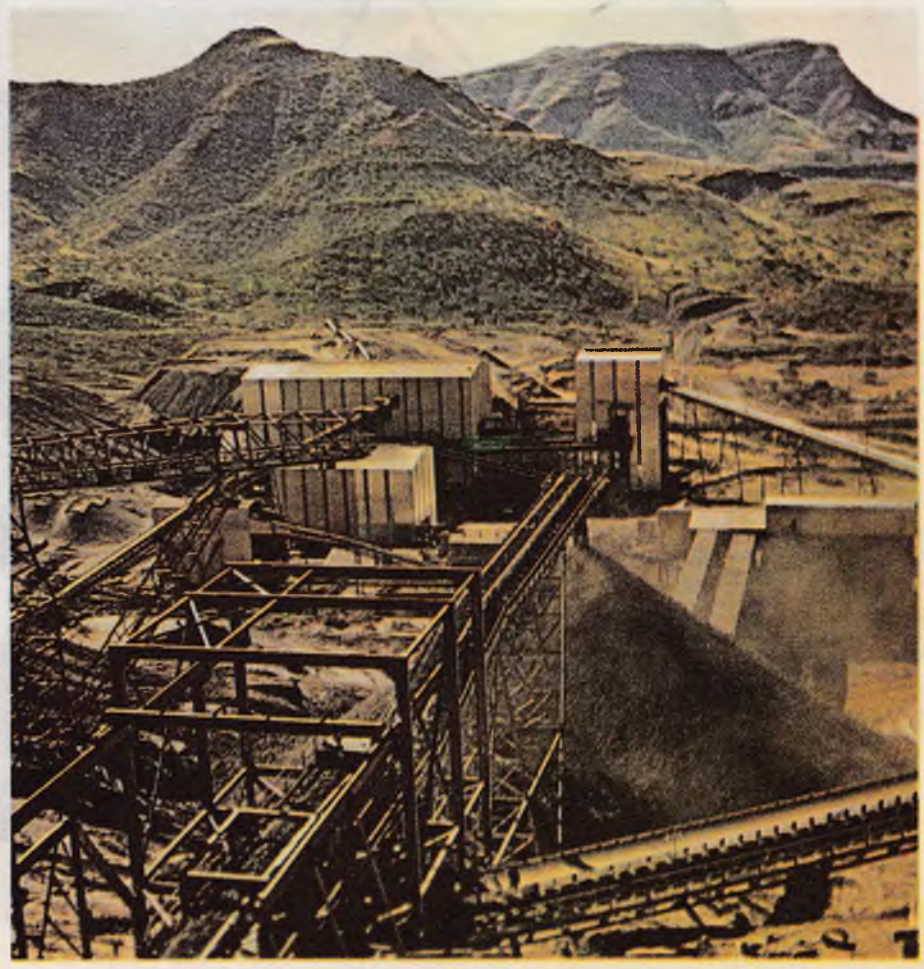
Başka bir açık tavanlı madencilik tekniği de sondajdır. KÜKÜRT çıkarmak için uygulanan *Frasch sürec*inde, sondaj kuyusuna yerleştirilen borulardan aşağı kaynar su basılır. Kaynar su, kükürtü eritir. Eriyip sıvı hale gelen kükürt, yüzeye pompayla çekilir. Başka bir yöntem de, kuyudan aşağı eritici bir sıvının akıtılmasıyla gerçekleştirilir. Sıvı, maden yatağını çözündürür ve ortaya çıkan çözelti, pompalarla yüzeye çıkarılır. Bu sistem en çok TUZ madenciliğinde (çözücü olarak sudan yararlanılır) kullanılır. Ne var ki, *çözelti madenciliği*, potas gibi öteki madenleri ayırıcı bir biçimde çözündürme amacıyla da kullanılmıştır. Yüklü çözelti, yüzeye ulaştığında, işlemden geçirilir ve değerli maden yeniden elde edilir.

Kil gibi bazı yumuşak yerüstü yataklarının çıkarılmasında, kili yerinden koparmak için yüksek basınçlı pompalar (yaklaşık 7 bar'a kadar) kullanılır; sonra kil, isleneceği aygıta aktarılır. «*Sulu madencilik*» adı verilen bu yöntem, Avrupa'daki, özellikle de S.S.C.B'ndeki yeraltı kömür madenlerinde belirli ölçüde kullanılmıştır.

Yeraltından maden filizi çıkarmanın çok farklı teknikleri vardır. Bunlar, maden yatağının büyüklüğüne, biçimine ve yerbilimsel özelliklerine göre değişir. Büyük kütlelerde *göçertme* yöntemi kullanılabilir: Madenin içinde tüneller açılır; maden patlamayla yıkıldığında, yukardan içeri doğru çökerek, aşağıdaki toplama düzeyine iner. *Kazı* yöntemindeyse, maden filizi çeşitli düzeylerden kazılır. Bu teknik, hem kütlesel maden yatakları, hem de damarlı yataklar için elverişlidir. Bir başka yöntem de «oda ve topuk» yöntemidir. Çeşitli odalar kazılır ve tavanı desteklemek için arada topuklar bırakılır.

Özel yeraltı madencilik teknikleri: Avrupa'daki birkaç deneme işletmesinden, çeşitli teknik nedenlerden ötürü pek başarılı sonuçlar alınmamış olmasına karşılık, bazı kömür madeni bölgelerinde, niteliksiz kömür damarlarının yeraltında gazlaştırılması yöntemi yaygın biçimde uygulanmaktadır. Kömür damarının bulunduğu yere kuyular açılır. Kömür, yeraltında tutuşturulur ve oluşan gazlar, borularla yüzeye çıkarılır. Bu tür gazların ısıtıcı değeri düşüktür (doğal gazın ısıtıcı değerinin aşağı yukarı beşte biri kadar). Dolayısıyle, kullanılacağı yere kadar borularla iletilmesi ekonomik olmaz.

Peru'daki bir bakır ve molibden madeninde patlayıcı yerleştirmek için açılan delik. (üstte) Deliğe önce amonyum nitrat ve petrol akıtılır, sonra üstüne kum doldurulur.



Batı Avustralya'da, demir filizini işleyen kırıcılar. (sağda) Ön planda ana kırıcı görülmektedir.

Zaman zaman uygulanan bir başka sistem de *süzme tekniği*dir. Bu teknik, hidrometalürji ilkelerini birleştirir ve genellikle, yeraltındaki kırılmış maden filizinin üstünden zayıf bir asidin geçirilmesiyle gerçekleştirilir. Asit, madeni, kırılmış kayaç parçasından çözündürür ve çözünen maden, pompalarla yüzeye çıkarılır. Yerinde süzme, birçok bakımdan çözelti madenciliğine benzer. Aralarındaki temel ayrım, süzme tekniğinde, yatağın yalnızca madensel içeriğinin çözündürülmesidir. Çözündürülen bölüm, filiz yatağı kütlesinin yüzde 1 kadarlık bir parçasıdır. Yerinde süzme tekniğinin başlıca güçlüğü, aşağı yukarı her zaman, filiz kütlesinin öteki madencilik işlemleriyle parçalanmasını gerektirmesidir. Yeterince filiz koparmanın ekonomik yöntemlerinden biri de, yeraltında nükleer patlayıcılar kullanmaktır. Nükleer patlayıcıların, yeraltında patlatılmış olmalarına ve etkilerinin belirlenmesine karşılık, bu tür denemeler, hiç bir biçimde madencilik işlemleriyle birleştirilmemiştir ve nükleer madenciliğe izin verilmesi, çok uzak bir olasılıktır.

MADENİ PARA

Batı dünyasında bilinen ilk madeni paralar, İ.Ö. 700 yıllarında Batı Anadolu'da, «*elektrum*» adı verilen doğal altın-gümüş alaşımından yapılanlardı. Ne var ki, o tarihten dört yüz yıl önce Çinliler, kürek ve «anahtar» biçimli paralar yapıyorlardı.

Çin madeni paraları üstünde de, değerlerini belirten işaretler bulunuyordu: ama bunlar, Anadolu'dakilerin tersine, kalıba dökülerek üretiliyordu. Anadolu'daysa, paranın üstüne gerekli şekil, zımbayla basılıyordu. Bu nedenle Anadolu, modern para basım tekniklerinin gerçek öncüsü sayılmaktadır.

Modern basım yöntemleri: Çeşitli ülkelerde çıkarılan para yasaları, madeni paraların ölçüleri ve ağırlıklarıyla ilgili kesin düzenlemeler getirir. Bu nedenle, modern basım teknikleri, demirsiz metallerle yapılan standart yöntemlerle başlar.

Kullanılan alaşımlar, fırınlarda eritilir ve dikdörtgen biçimli kalıplara akıtılır. Kesintisiz yatay ve yarıotomatik dikey döküm donanımı gibi bazı modern araçlar da kullanılmaktadır. Bunlar, erimiş ala-

1750'lerde madeni para basımı. (üstte) Arka planda, metalin pul halinde kesilmesi, ön plandaysa basılması görülmektedir.

Gerçek ölçülere uygun desen, bir pantografla metale işlenir. (altta) Daha sonraki aşama, bir preste, bundan negatif kalıp üretmektir.

şımın sürekli akıtılmasına ve istendiği zaman kesilmesine olanak verir.

Alaşım, istenen kalınlığı alması için, basınç altında haddelenir. Kalın kesitli alaşım, sıcak olarak, incesiyse, soğuk olarak çekilir. LEVHA ÇEKME işlemi, alaşımın *sertleşmesi*ne neden olur, bu da *tavlama*yı gerektirir. Bir ısıtma-soğutma işlemi olan tavlama, alaşımı daha sonraki çekme ve kesme işlemleri için yeterince yumuşak hale getirir.

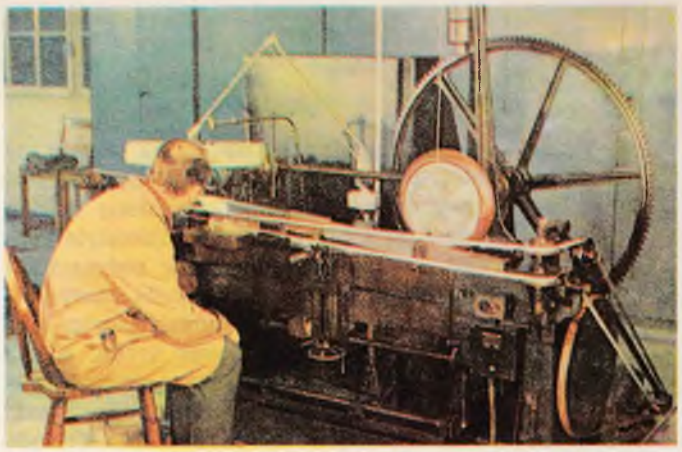
Çekme tamamlandıktan sonra, oldukça uzun (ya da rulo haldeki) alaşım, pul kesme tezgâhlarına geçirilir. Bu tezgâhlar, dakikada 400 vuruş yaparak paraları kesen, çok sayıda kesme takımıyla donatılmıştır. Tavlama işlemi ve çekme sırasında yağlayıcı maddelerin kullanılması nedeniyle, pulların yüzeyi yükseltgenir. Bu yüzden pullar, bir hafif asitle temizlenir ve yıkanıp sıcak havada kurutulur.

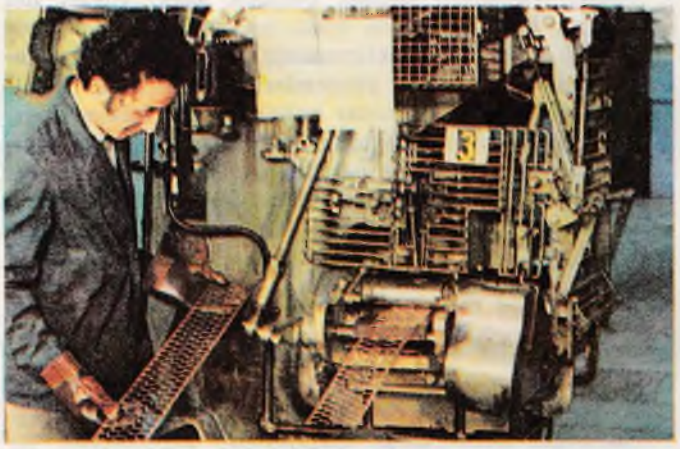
Bazı madeni paraların, özellikle kenarı geniş olan türlerin, düz pullardan şekillendirilmesi güçtür. Bu durumda pullar, oluklar içinde, basınç altında haddelenir ve kenar, merkezden daha kalın hale getirilir. Madeni paraların kenarlarına özel biçimler verilecekse, bu, daha sonra işlenir.

Darphane tezgâhları: Biri paranın yazı yanı, öteki de tura yanı için, çift kalıp gerekmektedir. Kalıbın yapımı, bir sanatçının, bitmiş paranın 6-8 katı büyüklükte çizdiği desen modeliyle başlar. Desenin nikelajlı bir kopyası üretilir ve bu, bir pantografa monte edilir. Pantograf, desenin gerçek para büyüklüğündeki tam bir kopyasını, takım çeliğine işleyen bir kopya tezgâhıdır. Takım çeliği yüksek nitelikli bir çeliktir ve ISIL İŞLEM'le (tavlamaya benzer bir ısıtma ve soğutma işlemi, metali yumuşatmaktan çok sertleştirir) sertleştirilebilir. Çelik, çok yüksek bir sıcaklığa kadar ısıtılmalı ve özel bir banyoda belirli bir hızda soğutulmalıdır. İşlemin ayrıntıları, işlenen çeliğin türüne bağlıdır.

Böylece elde edilen takıma, «redüksiyon zımbası» adı verilir. *Istampalama*yla (desenin daha yumuşak bir çelik kalıba basılması) çoğaltılır. Sırayla yapılan bu parçalara, «matris», «erkek kalıp» ve «dişi kalıp» adları verilir.

Basma işlemi: Darphane presleri, bir seferde bir-





Desenin, sert reçineden büyük boyda modeli yapılır ve metal kalıbın üretimi için pantografa yerleştirilir. (sağda üstten birinci resim)

Resimde (sağda üstten ikinci resim) görülen pres, uzun metal levhalardan pul kesmektedir. Kesim hızı dakikada 400 parçayı bulur.

Pullar, desenin basılmasına hazırlanır. (sağda üstten üçüncü resim) Alaşımın kalıbın biçimini alacak kadar yumuşaması için, pullar tavlanır ve yüzeyleri asitle temizlenir.

Bitmiş paralar bant üstünde aktarılırken, malzeme hataları, yüzey ya da renk bozuklukları denetlenir. (sağda en alttaki resim)

den dörde kadar para üretecek kapasitededir. Dakikada 400 vuruş yapabilen ve tek etkili çalışan presler, 180 tonluk bir yük basıncına gerek duyarlar. 250 tonluk daha ağır preslerse, normal olarak, dakikada 120 vuruşla çalışırlar.

Prese bir *burç* yerleştirilir. Bu, bitmiş paranın ölçülerine uygun olarak hazırlanmış bir çelik bloktur. Gerekirse, paraya tırtıklı bir kenar yapmak için, olukları da bulunabilir. Bundan sonraki işlem, pulu burcun içine doğru iten ve orada kalıplardan biriyle karşılaşmasını sağlayan pres tarafından yürütülmektedir. Daha sonra, üst kalıp yukardan aşağı iner ve desenin, pulun iki yüzüne de çıkmasını sağlar. Uygulanan basınç, metal parçanın yayılarak, burcun içini doldurmasını sağlayacak ölçüdedir.

Denetim: Basımda yüzey koşulları çok önemlidir; bu nedenle, pulların yüzey düzensizlikleri, belirli tolerans arasında tutulur. Modern donanımlı darphanelerde, alaşımları çözümlemek için X ışınlı flüoresanlı tayfölçerler, bunların bulunmadığı yerlerde de kimyasal çözümlemeler kullanılmaktadır.

Basım tamamlandıktan sonra, paraların çapları mikrometrelerle ya da başka ölçü aygıtlarıyla denetlenir. Ağırlıklarının denetimi, belli bir ağırlığa karşı, belli miktarda paranın ağırlığıyla yapılır (bu ağırlıkta bir miktar tolerans payı vardır).

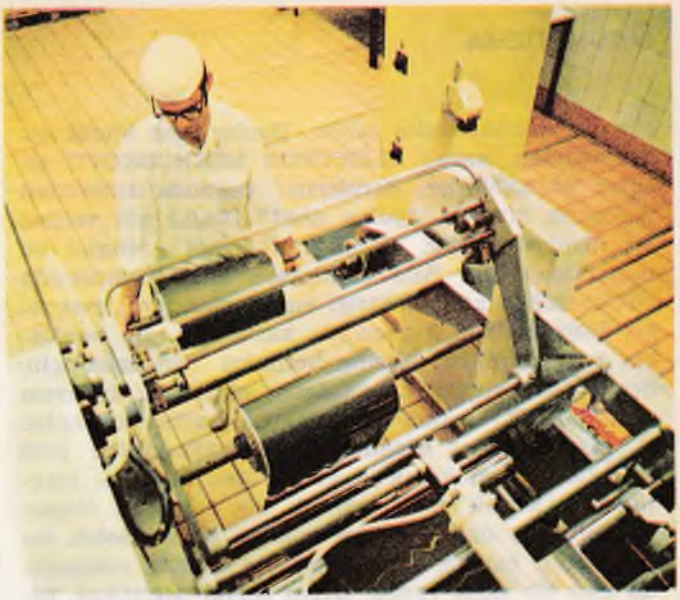
Bazen paralar iki kez basılır ya da başka bakımlardan bozuk olur. Bunlar, genellikle denetleme sırasında ayıklanır. Ama zaman zaman, denetimde gözden kaçanlar tedavüle çıkarak, koleksiyoncuların değerli parçaları haline gelebilir.

MAGNETİK BANT

Magnetik kayıt bandı, çok ince magnetik mineral tozlarının, plastik bir bant üstüne kaplanmasıyla yapılır. Mineral tozları, plastik bir yapıştırıcıyla tutturulur.

Taban filmi çoğunlukla polyester malzemeden yapılır. Kalınlığı, 0,050 mm — 0,0085 mm arasında değişir. Bandın genişliğiyse, kasetler için yapılan 3,80 mm ile kartuş ve makaralar için hazırlanan 6,35 mm arasındadır. Bilgisayar bantlarının genişliği 12,7 mm, profesyonel stüdyolar ve yayın istasyonlarında kullanılanlarınkiyse 5 cm kadardır.

Magnetik kaplama çok incedir (0,0032 — 0,0127 mm arası); ama bandın her milimetre karesi, milyonlarca magnetik tanecik içerir. Her tanecik, kü-



Magnetik bant, geniş rulolar halindeki taban filminden yapılır. Film, resimde (sağda üstte) görülen makinada temizlenir, kaplanır, kurutulur ve istenen boy ve genişliklerde kesilir.

Magnetik bandın uçlarına takılan malzemenin hazırlanışı. (sağda ortada) Makaralı teyplerde bir uçta kırmızı, öteki uçta yeşil bant kullanılır.

Kasetlerde kullanılacak şeritlerin kesilmesi. (sağda altta)

çük bir mıknatıs gibi çalışır. Bunlar, çok küçük olduklarından, ancak ELEKTRON MİKROSKOPU altında görülebilirler. Bantların çoğunda kullanılan magnetik mineral, *"gama oksit"* (Fe_2O_3) adı verilen bir demir oksitidir. Bant, kahverengi rengini bu mineralden alır. Bazı bantlara, hareket sırasında yükleneceği statik elektriği engellemek için, magnetik tozla birlikte karbon da karıştırılır. Bu bantların rengi siyahtır. Bandın verimini artırmak için, demir oksit yerine; kobalt-demir oksitli ya da krom oksitli (CrO_2) magnetik tozlar da kullanılmaktadır.

Kayıt: Kayıt işlemi sırasında, yükseltilen giriş sinyalleri, kayıt kafasına gönderilir. Bu kafa, magnetik çekirdekli ve tel sarımlı bir bobinden oluşur. Yükseltilmiş sinyal, bunun içinden geçer. Bobin çekirdeğinin bandın kaplı yüzeyinin geçtiği noktasında ince bir yarık vardır. Gelen sinyal değiştikçe, bobin çekirdeği yarığının kutupları arasındaki magnetik alan da değişir. Oluşan magnetik akı değişimi, oradan geçmekte olan bandın magnetik kaplamasını etkiler.

Bant üstündeki magnetik tanecikler, teyp çalıştığı sürece akının sürekli değiştiği bu yarıktan geçirilir. Kaplamaya yapışmış olan tanecikler, yarıkta oluşan magnetik alan değişikliği nedeniyle, fiziksel konumlarını değiştirmezler. Ancak, her tanecik bir *histerezis eğrisi* (Bk. MAGNETİZMA) çizer. Böylece, kayıt kafasından uzaklaşan bant, bir kalıntı mıknatıslık taşır. Bu mıknatıslanmanın şiddeti, bandın kayıt kafasından geçtiği anda orada oluşan magnetik alan şiddetine bağlıdır. Böylece bant, sinyalleri, boydan boya değişen magnetik alanlar biçiminde kaydetmiş olur.

Dinleme: Kayıt yapılmış bant, okuma kafasının önünden geçirilirse (kayıt kafasınınkine benzer biçimde), ortaya kaydın tersi bir süreç çıkar. Daha önceden bant üstüne, kalıntı mıknatıslanma biçiminde kaydedilmiş bulunan magnetik alan değişiklikleri, okuma kafası önünden geçerken, kafanın çekirdeğinde magnetik akı değişmelerine yolaçarak, bobinde bir indüksiyon akımı doğmasına neden olurlar. İndüksiyon akımları, uygun aygıtlarla yükseltilerek, bir hoparlöre ya da TV aygıtına gönderilir.

Dinleme sırasında, banttaki kalıntı mıknatıslanma, aşağı yukarı hiç bozulmaz. Bu nedenle, aynı bant birçok kez çalınıp dinlenebilir. Bir önceki kayıt silinmek istenirse, bant, bir silme kafası önünden geçirilir. Silme kafasının kutup aralığı daha geniştir ve bobinine, yüksek frekanslı bir alternatif akım uygulanır. Magnetik tanecikler, bu kafadan geçerken, histerezis çevrimleri giderek küçülür ve sonuçta üstlerinde hiç kalıntı mıknatıs kalmaz.

Çok kanallı kayıt: Kafa açıklığı (kafa bobininin kutup aralığı), bant genişliğinden çok daha küçük boyutta tutularak ve bir kafa birimi içine çeşitli çekirdek ve bobin grupları yerleştirilerek, bir tek bant üstüne birkaç kayıt yapılabilir. Çok kanallı kaydın üstünlüğü, bir banttan, daha uzun süre yararlanabilme olanağı vermesidir. Ayrıca, stereo sistemler için, aynı anda birden çok sinyal kaydedilir. Video sistemlerde de bu yöntemle, aynı anda hem ses, hem de görüntü kaydedilebilmektedir.

Kullanım alanları: Magnetik bantlar, makaralı, kartuşlu ya da kasetli teyplerde kullanılırlar. Bandın kasetlerde hızı 4,75 cm/san, kartuşlardaysa 9,5 cm/san'dir. Makaralı teyplerde bu hız 4,75, 9,5, 19 ya da 38 cm/san olabilir. Yüksek hızlardan genellikle profesyonel kayıtlarda ve hi-fi sistemlerde yararlanılır.

Bilgisayarlarda, BİLGİ SAKLAMA işlemlerinde kullanılan bantların geçiş hızı 508 cm/san düzeyindedir. Bunlarda sinyaller, dizi biçimindedir. Yedi ya da dokuz kanal üstünden kayıt yapılır.

Şerit kalınlığı daha ince tutularak belirli çaptaki bir makara üstüne daha uzun bir bant sarılabilir. "Standart" ve bilgisayar bantları 0,051 mm kalınlıktadır. Bunlar profesyonel ses kayıtlarında da kullanılır. «Long play» (uzunçalar), VİDEO KAYIT ve bilimsel veri kayıtlarında bantların kalınlığı, genellikle 0,04 mm'dir. Çok kullanılan çift kanallı (double play) sistemlerde bant kalınlığı 0,0254 mm'dir. Üç kanallı (triple play) bantlarda ve C60 kasetlerinde 0,019 mm'dir. C90 ve C120'lerde 0,0127 mm kalınlıkta dört kanallı (quadruple play) bantlar ve 0,0084 mm kalınlıkta beş kanallı (quintuple play) bantlar kullanılır.

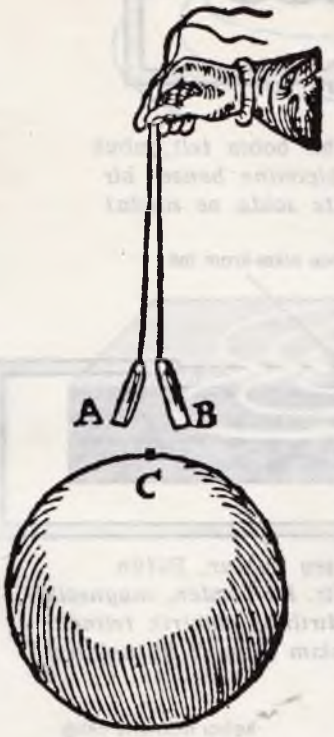
İki ayrı tür kaplamayla ilgili magnetik taneciklerin mikrofotoğrafı. (altta) Sağdaki krom dioksit taneciklerinin verimi, soldaki demir oksitlerinkinden yüksektir.

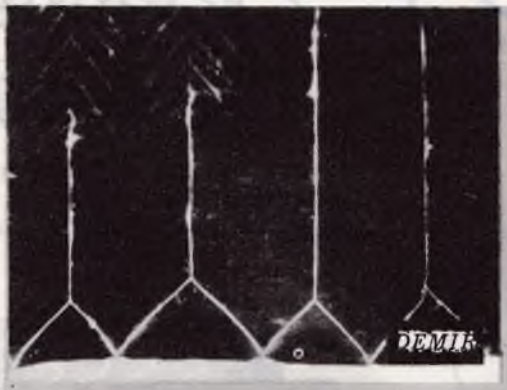
MAGNETİZMA

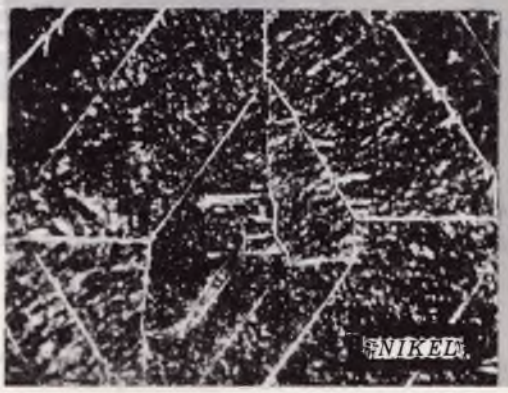
Magnetizma, çoğunlukla tek başına bir kuvvet olarak düşünülürse de, *elektromagnetik kuvvet*in (Bk. ALAN VE KUVVETLER) bir ürünü olarak ele alınması daha uygundur. Magnetizma, elektrostatik kuvvetlerle sıkı bir ilişki içindedir. Sözgelimi, hareketsiz bir yüklü tanecik yalnızca elektrik alan oluşturur; oysa bu tanecik hareket ettiğinde, elektrik alanın yanı sıra, magnetik alan da oluşur. Görünürd elektrik alanla hiç ilişkisi bulunmayan *kalıcı* mıl

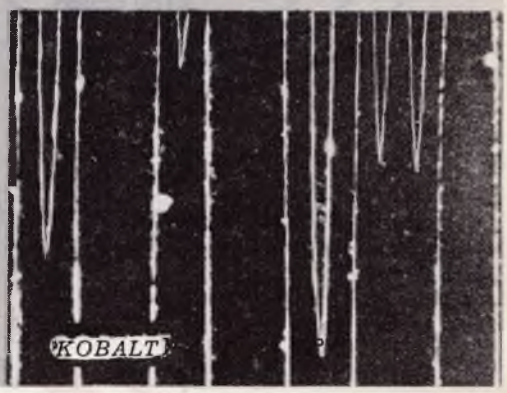
mıknatıslar da yapılabilmektedir. Modern fizikte, elektromagnetizma kavramından yola çıkılarak, kalıcı mıknatıslık açıklanabilmiştir. Bütün bilimsel açıklamalarda olduğu gibi, kuramlar, yalnızca bir olayın oluş biçimini gösterebilirler, ama nedenleri açıklığa kavuşturmazlar.

FARADAY, 1830'larda elektrik yükü ile magnetizma arasındaki ilişkiyi açık bir biçimde ortaya









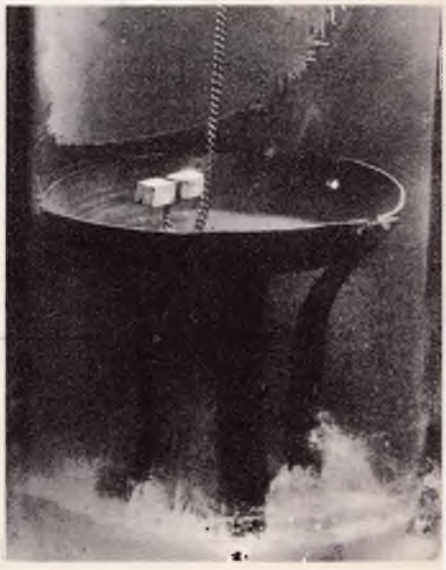
Gilbert'in indüklemeyle mıknatıslamayı gösteren deneyi. (üstte solda) Mıknatıs (C), indüklemeyle A ve B'yi mıknatıslar, bunlar da birbirlerini iterler.

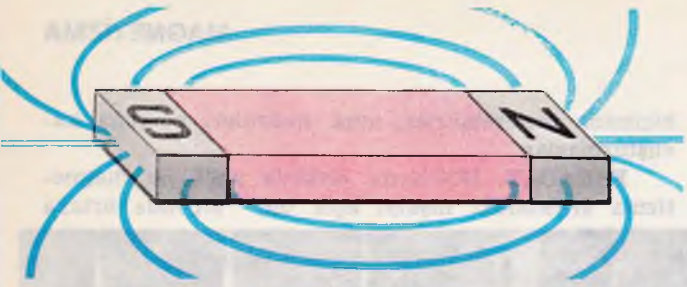
Üstte sağdaki dört resimde, arı demir, nikel ve kobalt billurunda, bölge yapısı içindeki magnetik sınırlama enerjisi görülmektedir. Bunlar mıknatıslandıklarında, billurun boyu değişir ve bir iç uzama oluşur.

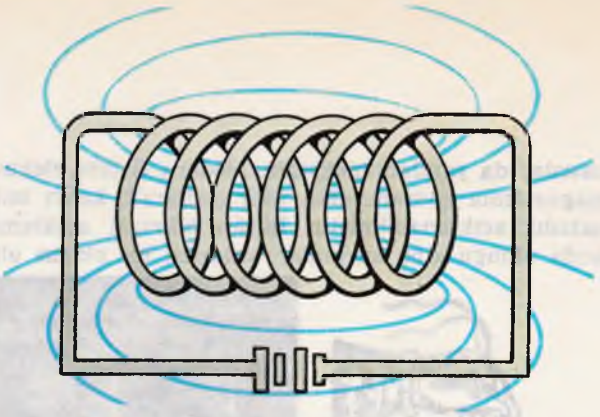
Mutlak sıfır sıcaklığının birkaç derece üstünde, gerçekte pek iyi bir iletken olmayan kurşundan yapılmış bir tava, üstün iletken hale geçer. (alttaki üç resim) Tava içine zincire bağlı mıknatıs yaklaştırıldığında (1), indüksiyon akımları, mıknatısa karşı koyacak bir magnetik alan oluşturur. Sonuçta mıknatıs daha fazla yaklaştırılamaz (2), zincir bollaşmaya başlar (3).

3

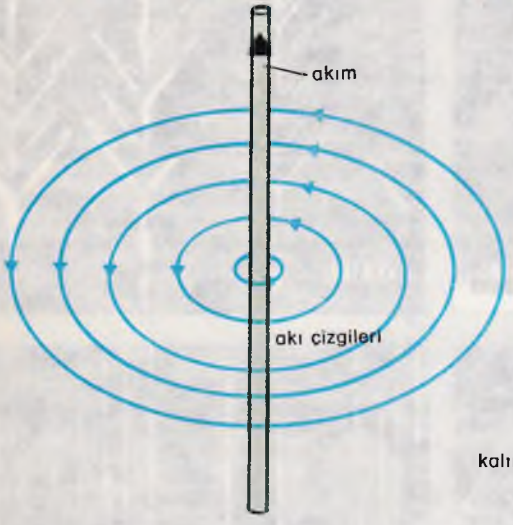
2


1

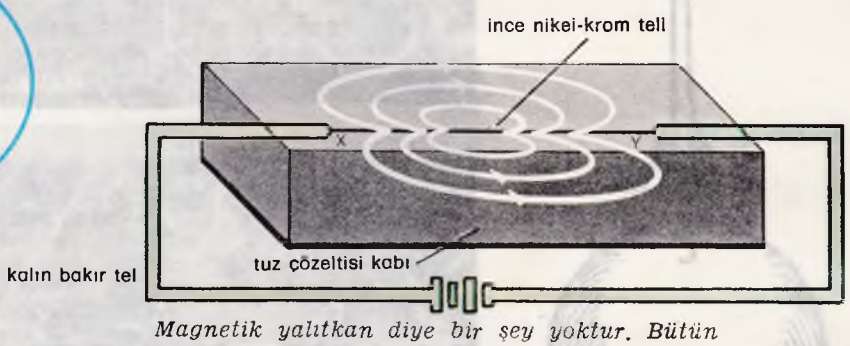




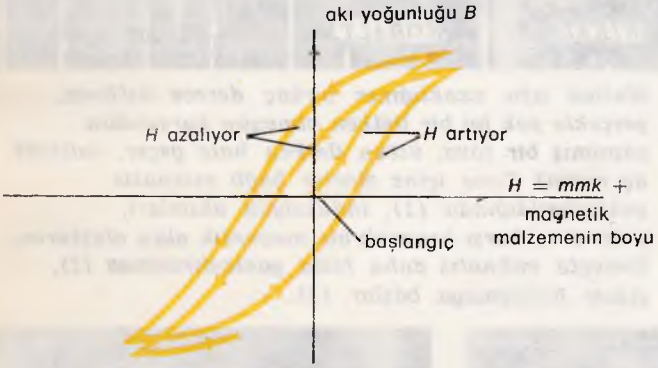
İçinden elektrik akımı geçen bir bobin teli, çubuk mıknatısın oluşturduğu alan biçimine benzer bir magnetik alan oluşturur. (üstte solda ve sağda)

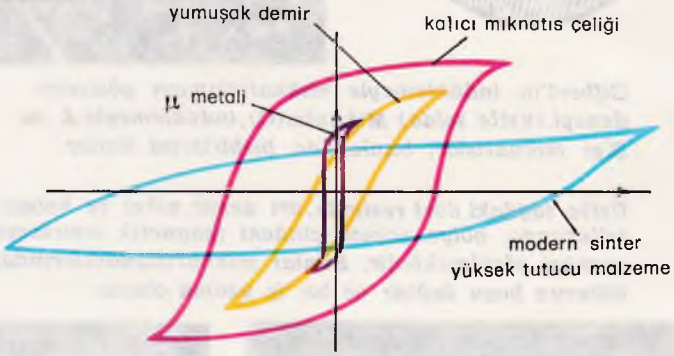


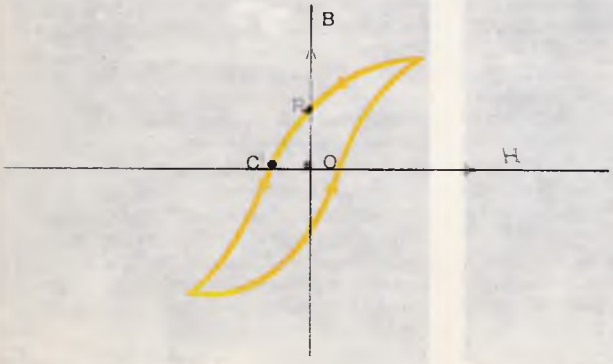
Düz bir telden geçen akım, eşmerkezli akı halkalarıyla gösterilebilen bir magnetik alan oluşturur.



Magnetik yalıtkan diye bir şey yoktur. Bütün maddeler magnetik akıyı iletir. Bu yüzden, magnetik devreler, tuz banyosuna daldırılmış elektrik teline benzerler. Çözeltiden geçen akım X ve Y kutuplarını oluşturur. (üstte)

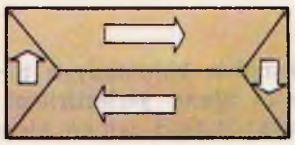




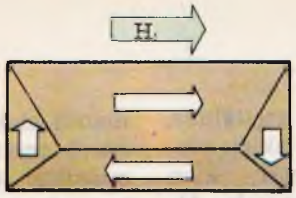


Değişik ferromagnetik mühendislik malzemelerinin histerezis eğrileri. (üstte) Kalıcı mıknatıs yapılırken, düşey ekseni kesme noktası ile yatay ekseni kesme noktasını, dolayısıyle bütün histerezis alanını olabildiğince büyütmek için, kullanılan çeliğin içine az miktarda öteki elementlerden katılır. Televizyon tüpü gibi elektrooptik sistemlerde, yüksek magnetik iletkenliğe gereksinim vardır. Bunlarda, histerezis alanı küçük, yan çizgiler de dike yakın olmalıdır.

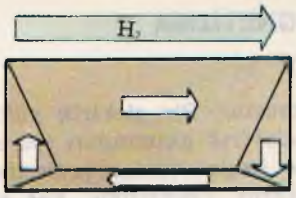
Soldaki çizimlerde ferromagnetik bir maddede salınım yapan magnetomotor kuvvetin tipik eğrisi görülmektedir. Solda alttaki çizimde, milyonlarca çevrimden sonra beliren değişmez bir çevrim görülmektedir. R noktasına «artık mıknatıslık noktası» denir. OR mesafesi, mıknatıslayıcı alan çekildiğinde, B akı yoğunluğundan geriye kalan miktarı gösterir. OC'ye «zoraki mıknatıslık» denir. Bu, maddenin mıknatıslığını yok etmek için gereken H değerini gösterir.



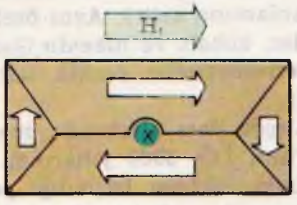
Mıknatıslanmamış demir billurunda doymuş bölgeler.

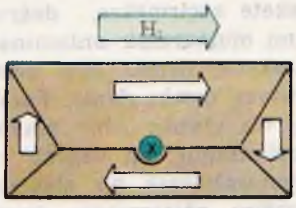


İşaret edilen yönde bir H_1 alanıyla mıknatıslandıktan sonra bölgelerin durumu.

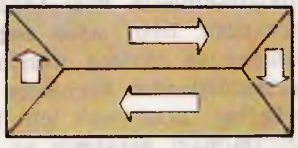


Mıknatıslayıcı alan şiddeti artırılıp, H_2'ye ulaşınca, bu yöndeki bölgenin boyutları genişler.





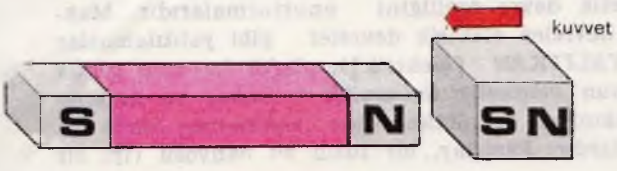
Mıknatıslama sırasında Bloch duvarları üstüne yerleştirilen X yabancı maddesinin oluşturduğu durum; a ve b arasında apansız bir atlama söz konusudur. Bu, hoparlörde bir çıtırtı sesiyle belli olur.

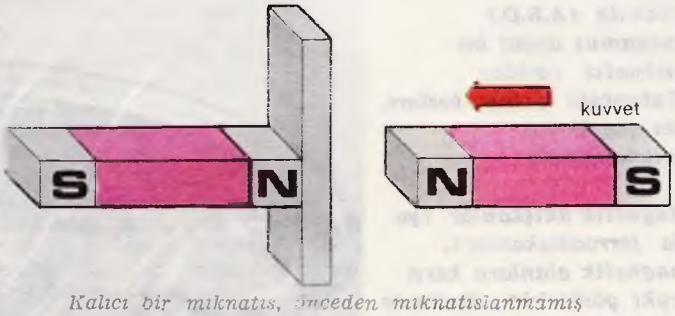


Dış alan yok.

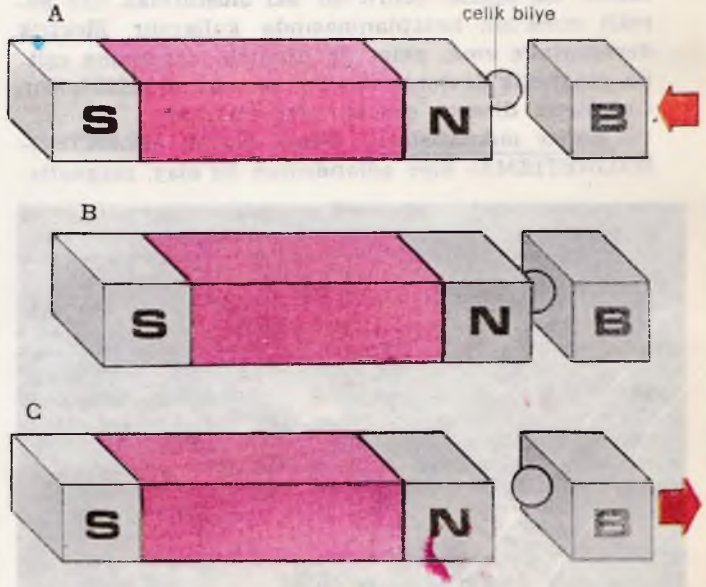
Tanecik boyutu küçültüldüğünde, ortaya çıkan magnetostatik enerji.

Tek bir «bölge» de Bloch duvarı enerjisi bulunmaz.





Kalıcı bir mıknatıs, önceden mıknatıslanmamış yumuşak demir parçasında etki yoluyla kutuplar oluşturur. (üstte) Kuzey kutbu yakın uç, güney kutbu olur ve demir, mıknatıs tarafından çekilir. Önceden mıknatıslanmamış çok ince bir çelik dilimi, mıknatısın kuzey kutbuna tutturulursa, mıknatısın kuzey kutbunda bir çekim kuvveti oluşur. Bunu, kutup kavramıyla açıklamak çok güçtür. Olay, ancak magnetizmanın devresel yapısıyla gösterilebilir; çünkü sistem, her zaman en az magnetik direnç gösterecek durum almaya eğilimlidir.



Önceden mıknatıslanmamış çelik bilye bir mıknatıs kutbuna yapışıkken, bu bilyeye mıknatıslanmamış bir demir parçası dokundurulduğunda, demir, mıknatıs tarafından itilir. Resimde (üstte) bu işlem görülmektedir. Kutup kavramı, bu olayı açıklamaz. Oysa magnetik devre kavramıyla, bilyenin demire değdiğinde magnetik direncinin en düşük değerde olduğu gösterilebilir.

koymuştur. Bir elektrik yükü harekete geçtiğinde, bir *elektrik akımı*ndan söz edilir. Elektrik akımı geçmeye başladığında, çevresinde bir magnetik alan oluşturur. Dolayısıyle, her elektrik sisteminde, bir de magnetik sistem ortaya çıkar. Magnetik sistemin bir gücü vardır. Bu güç, bir su borusundaki suyu harekete geçirmek için gerekli olan basınca benzetilebilir. Bir yükü harekete geçirmekse, doğrudan doğruya bir elektrik akımı oluşturmak anlamına gelir. Elektrik yükünü hareketlendirmek için gereken kuvvete, elektromotor kuvvet (*emk*) denir. Faraday, elektrik akımı iletebilen bir cismin bir magnetik alan içinde hareket ettirilmesiyle, bu iletken cisim içinde elektrik akımı oluşturabilecek bir elektromotor kuvvetin ortaya çıktığını göstermiştir. Faraday ayrıca, iletken bir cismi içine alan magnetik alanın da değiştiğini ve gene bir *emk* ortaya çıktığını belirtmiştir. Dolayısıyle, elektrik akımı magnetik alan, magnetik alan da elektrik üretebilmektedir.

Magnetik devreler: Magnetizma kavramı, yalnızca kapalı devrelerde yararlıdır. Deneysel olarak, bir elektromıknatısın magnetik devresindeki gücün, bobin sarım sayısıyla ve bundan geçen akımla orantılı olduğu gösterilebilir. Buna, «*magnetomotor kuvvet*» (*mmk*) denir (birimi *amper-sarım*dır). Bu *mmk*'yi oluşturacak bir sanal madde kavramı ortaya sürülebilir: Sanal madde, *magnetik akı*dır (bazen «indüksiyon» da denir) ve birimi *weber*'dir. Bu aşamadan sonra, magnetik devre için *ohm* yasasının (Bk. ELEKTRİK DEVRESİ) bir eşdeğeri yazılabilir. Bu eşitlik, belirli bir akı oluşturmak için gerekli *mmk*'nin hesaplanmasında kullanılır. Elektrik devrelerinde *emk*, akım ile direncin çarpımına eşittir, magnetik devrenin *mmk*'si ise, akı ile *relüktans*ın (magnetik direnç) çarpımından bulunur.

Kalıcı mıknatıslar: Genel olarak «ELEKTROMAGNETİZMA» diye adlandırılan bu olay, magnetizmanın elektrikte tam karşılığı bulunmayan bir yönünü açıklamaz. Magnetik alana yerleştirilen bazı maddeler, bu alandan çıkarıldıkları zaman bir *mmk* kaynağı içerirler ve çevrelerine akı vermeyi sürdürürler. Söz konusu maddelere «kalıcı mıknatıs» adı verilir. Olaya ise, bu maddelerden biri demir olduğu için, «ferromagnetizma» denir (*ferrum*, latince «demir» anlamına gelir). Aynı özelliği gösteren öteki elementler, kobalt ve nikeldir. Gadolinyum ve disprosyum ise, ferromagnetik özellik taşıyan ender elementlerdendir.

Birçok ders kitabında, magnetizma ve elektriğin tarihinin, İ.Ö. 3000 yıllarında Çin'de mıknatıs taşının bulunmasıyla başladığı yazılıdır. Bu bilgiler ve atnalı ya da çubuk mıknatısların eskiden beri dükkanlarda kolayca bulunması, mıknatısın özelliklerine ilişkin açıklamaların, eğitimin ilk aşamalarında verilmesini gerekli kılmıştır. Dünya da, kabaca, dönme ekseni boyunca mıknatıslanmıştır. Eski Çinliler, serbestçe salınan bir mıknatısın, hep aynı coğrafi doğrultuyu aldığını bulmuşlar ve böylece dünyanın magnetik alanından yararlanmışlardır. Serbestçe salınan mıknatısın bu hareketini açıklamak için bazı yalın kuralların ortaya çıkarılması gerekmiş ve doğal mıknatısın kuzey- güney kutupları bulunduğu anlaşılmıştır. Bundan sonra da aynı adlı kutupların birbirini ittiği, ayrı adlı kutuplarınsa, çektiği gerçeği ortaya çıkmıştır.

Eğitim açısından kolaylık sağlayan kalıcı mıknatısların bir sakıncası, dikkatleri, kutup özelliğine çekerek, mühendislik uygulamaları için çok yararlı olan magnetik devre özelliğini unutturmalarıdır. Magnetik devreler elektrik devreler gibi yalıtılamazlar (Bk. YALITKAN [elektrik]), çünkü havanın ya da vakumun *magnetik iletkenliği* sonludur ve magnetik bakımdan iyi iletken olan çeliğinkinin binde biri kadardır. Faraday, bir tuzlu su banyosu (iyi bir

Utah'da (A.B.D.) bulunmuş doğal bir mıknatıs. (solda) Kutuptaki demir tozları, akı çizgilerini belirtmektedir.

Magnetik akışkanlar (ya da ferroakışkanlar), magnetik alanlara karşı tepki gösterirler. Resimde (sağda), düşey bir alanın etkisine bırakılan magnetik akışkanın yüzeyinde oluşan çıkıntılar görülmektedir. Çıkıntılar, yüzey gerilimi ile magnetik alan kuvveti arasındaki enerji dengelenmesi sonucu oluşurlar.

elektrik iletkeni) içinden bakır bir tel geçirerek, elektrik devre düzenine benzer bir magnetik devre yaptı. Sonuçta, birçok elektrodinamik makinanın elektrik devrelerinin karmaşık ve çok sarımlı olmasına karşılık, bunların magnetik devrelerinin, yalın, kısa, kalın ve tek sarımlı olduğunu gördü.

Kutup kavramının sakıncalarından biri, uzayda yalıtılmış kutupların bulunduğunun varsayılmasında, ikincisi de, başlangıçta mıknatıslanmamış ferromagnetik malzemelerin kalıcı mıknatıstan etkilenmesinin açıklanmasında ortaya çıkar. Bu yüzden, «*mıknatıs indüklenmesi*» kavramı öne sürülmüştür. Buna göre, bir mıknatıs kutbuna yaklaştırılan yumuşak demir, indüklenerek mıknatıslanır. Mıknatıs, demirin kendisine yakın ucunu, karşıt magnetik kutup haline getirir. Birçok deneyi ve olayı kutup temeline dayanarak açıklamak olanaksızdır. Oysa, aynı sorunlara magnetik devre anlayışıyla yaklaşıldığında, çözümler çok kolaylaşır: Bir cisme mekanik sıkıştırma uygulandığında, tanecikler, en az relüktans durumunu alırlar. Devre kuramına göre, bir mıknatısın kutupları, bir magnetik devrede relüktans değişikliklerinin gözlendiği yerlerdir.

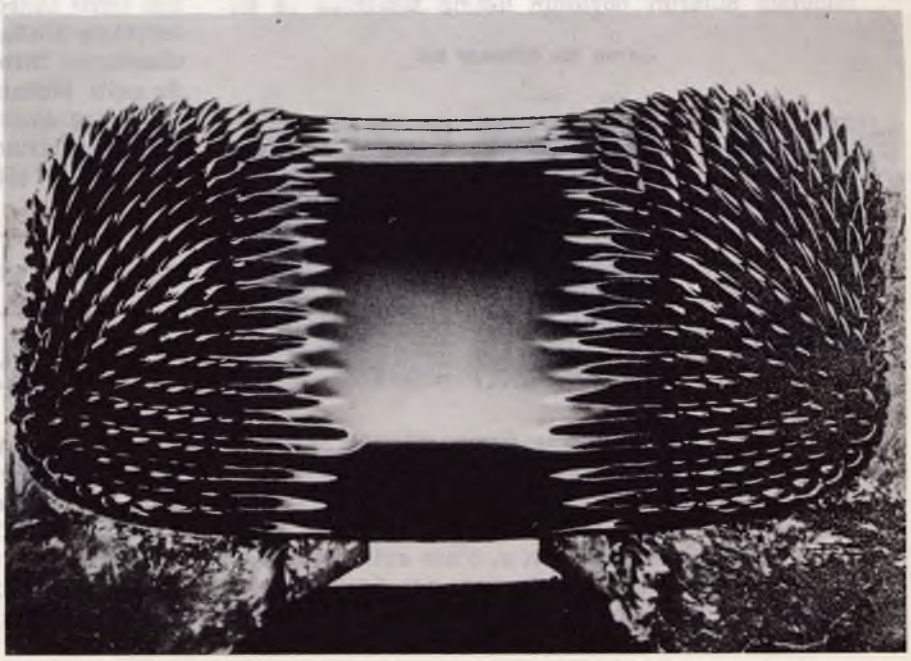
Histerezis: Kalıcı mıknatıslarla ilgili zorluklar burada da sona ermez. Bir *mmk* uygulayarak ferromagnetik bir malzemeyi indükleyen akı yoğunluğu (birim alandan geçen akı çizgisi), doğrudan doğruya *mmk*'yle orantılı değildir. Üstelik, akı yoğunluğunun mıknatıslayıcı alan kuvvetine göre bir grafiği çizilirse, ferromagnetik malzemenin mıknatıslanma durumunun, bütünüyle maddenin magnetik geçmişine bağlı olduğu görülür. Bu biçimde pek çok çevrim uygulanarak, ardışık modeller elde edilebilir. Bunlara, «*histerezis eğrisi*» adı verilir. Histerezis eğrisi, alan içinde kalan magnetik malzemeyi, bir çevrim boyunca dolandırmakla *yapılan işi* gösterir.

B/H oranına magnetik geçirgenlik (μ) denir. B değişken olduğundan, magnetik geçirgenliğin de değişeceği açıktır. Ancak, ferromagnetik olmayan maddeler için kolay bir geçirgenlik kavramı getirilmiştir. Bunlar için μ değişmez alınabilir ve *ohm* yasasının magnetik devrelerinde, doğrudan doğruya magnetik iletkenlik olarak kullanılabilir.

Ferromagnetizma kuramları : Ferromagnetik maddelerin özelliklerini, alışılagelen fizik kurallarıyla açıklamak son derece güçtür. Yıllar boyu Weber'in kuramı, geçerliliğini korumuştur. Buna göre, bütün ferromagnetik maddeler, her biri kalıcı mıknatıs olan çok küçük taneciklerin bir araya gelmesiyle oluşmuştur. Ancak, histerezis olayında da görüldüğü gibi, bu küçük mıknatısların aynı doğrultuya değişik derecelerde yönlendirilmeleri, Weber kuramıyla açıklanamaz.

Modern *bölge* (domain) kuramının geliştirilmesi, Barkhausen etkisinin gözlenmesiyle başlamıştır. Ferromagnetik bir maddenin çevresine sarılı bir bobin, bir hoparlöre bağlanıp, madde adım adım *mmk*'yle mıknatıslanırken, hoparlörde çıtırtı sesleri duyulur. Buna «Barkhausen olayı» denir. Bu konuda öncü çalışmaların pek çoğu, Williams, Shockley (Bk. TRANSİSTÖR), Dillinger ve Bozorth'tan oluşan bir grup tarafından, A.B.D'ndeki Bell telefon laboratuvarlarında yürütülmüştür. Bunların geliştirdiği tekniğe göre, cismin bir yüzeyi önce cilalanıp iyice parlatılır, daha sonra da asitle işleme uğratılır. Bu işlem sonucu, değişik magnetik doğrultulardaki bölgeleri birbirinden ayıran «duvarlar» (daha sonraları «*Bloch duvarları*» denilmiştir) ortaya çıkmaktadır. Bölge kuramı, bu sonuçlara bağlı olarak aşağıdaki

Katı gibi görünmelerine karşılık çıkıntılar, akışkandır. (altta) Bunları, magnetik alanın serbest yüzeye dik bileşeni oluşturur.



gibi geliştirilmiştir.

Ferromagnetik bir element ile ferromagnetik olmayan element arasındaki temel fark, bunların atom yapılarından kaynaklanmaktadır. Atom çekirdeği çevresinde dolanan ELEKTRON'lar, *yörünge*ler üstünde hareket ederler. Yalın atomlarda, elektronlar en iç yörüngeyi doldurur, ama ağır atomlarda, dışa doğru başka yörüngeler de bulunur ve buralara da elektronlar yerleşir. Bir atom içinde kuvvet ve enerji dengesi kurulabilmesi için, yörüngede dolanan elektronların, kendi eksenleri çevresinde de dönü hareketi yapmaları gerekir (bununla birlikte elektronlar, bazen şekilsiz, yani enerji olarak da tanımlanır).

Bu noktada, ferromagnetik maddelerin bir ayrıcalığını vurgulamak gerekir. Ferromagnetik maddelerde, her atomun dış yörüngesindeki elektronlardan en az birinin dönüsü dengelenmemiştir. Sistem, bu olgu üstüne oturtulduğunda, atomların kendi eksenlerinin, dengelenmemiş dönü eksenlerine paralel kalacak biçimde düzenlendiği ve komşu atomları da aynı harekete zorladıkları görülür. Bu olay çok hızlı oluşur ve ferromagnetik metalin her billuru, kendiliğinden mıknatıslık doyumuna erişir.

Tek bir billur ele alındığında, bunun kazandığı mıknatıslık, billurun her parçasının aynı doyma düzeyine erişmiş olduğuna bağlanamaz. Gerçekte, billur da, her biri kendiliğinden doymuş, ama aynı doğrultuda yönlenmemiş bölgelere ayrılır. Bölge kuralları, deneysel ve kuramsal yollardan araştırılabilir. Billurun bütünü söz konusu olduğunda, bölge düzenlemesi, toplam enerji en az kalacak biçimdedir.

Bir magnetik metal billuru içindeki değişik enerji biçimleri şöyle sınıflandırılabilir: Önce, billurdan çıkıp çevreye yayılan bir akı, dolayısıyle magnetostatik enerji vardır; İkinci olarak, mıknatıslanma sonucunda billurun boyunun uzayıp kısalması ve bunun yolaçtığı magnetik sınırlama enerjisi sayılabilir (magnetik sınırlama enerjisi, mekanik uzama enerjisini oluşturur); üçüncü olarak da, yalnızca birkaç atom boyu kalınlıklı bir uzaklık içinde, atom kafesinde yaratılan uzamaların neden olduğu Bloch duvarlarının enerjisinden söz edilebilir. Bu enerji düzeylerinin sınırları dışında, dönülerin yönü tersinedir.

Alnico 5 alaşımının bölge yapısı. (üstte) Şekil a'da alaşım, bir magnetik alan olmaksızın ısıtılmıştır, bölgeler birbirine göre dik durumdadır. Şekil b'de malzeme, bir magnetik alan içinde ısıtılınca, bölgeler alan doğrultusuna dönerler. c, b'nin enine kesitinden bir görünümdür. Bölgelerin kalınlığı 0,012 mikron, uzunluğu 0,025 mikron, genişliği de 0,05 mikron düzeyindedir.

Ferromagnetik bir metal çok küçük taneciklere bölündüğünde, en az enerji koşulu nedeniyle, yalnızca bir doğrultuda mıknatıslanma gözlenir. Bu görüş, yeni bir mıknatıs teknolojisinin gelişmesini sağlamıştır. Yüksek magnetik tutuculuğu olan kalıcı mıknatıs yapılırken, çok ince metal tozları, aynı magnetik doğrultuyu kazanana kadar sallanır ve daha sonra birlikte ısıtılırlar. Bu teknik, «*ferrit*» adı verilen ve arı olmayan maddeleri de kapsamasına olanak verecek biçimde geliştirilmiştir. «Seramik malzeme» denen bu maddeler, temelde demir oksitten oluşmuşlardır. İçlerine az miktarda, kobalt ve nikel gibi GEÇİŞ ELEMENTLERİ'nin oksitlerinden de karıştırılır. Metal olmayan magnetik minerallerde, bölge içindeki elektron dönüleri aynı doğrultuda yönlenmemiştir. Bazı atomların dengelenmemiş elektron dönüleri aynı doğrultuyu alır, ama bazıları da buna tam karşıt doğrultuda yönlenmiştir. Dıştan bakıldığında, bu tür maddeler, metal malzemeler kadar yüksek akı düzeyi gösteremezler. Ferrit malzemelerin mıknatıslığına «*ferrimagnetizma*» denir. Ferrit malzemeler, elektriğin normal yolla iletilemediği MİKRODALGA aygıtlarında kullanılırlar. Ayrıca, bunların akı doyum düzeyleri, içlerine değişik maddeler karıştırılarak ayarlanabilir.

Toz malzeme yöntemleri uygulanarak, esnek, hattâ sıvı magnetik malzemeler yapılabilmiştir. Bunlar, kauçuk, polivinil klorür ve başka plastik malzemeler üstüne tutturulabilmektedir. Sıvı billurlarda, her ferrit taneciği, uzun zincirli tek bir polimer molekülüyle kılıflanır. Kılıflar, aralarında hiç sürtüşme olmaksızın birbiri üstünden kayabilirler. Bunlar, suda asıltı biçiminde çözüldüklerinde, sıvının viskozitesi, suyunkinin aynı olur. Ama tanecikler çok küçük olduklarından, ısıl çalkantı nedeniyle, hiç bir zaman dibe çökmezler.

MAGNETO Bk. MANYETO

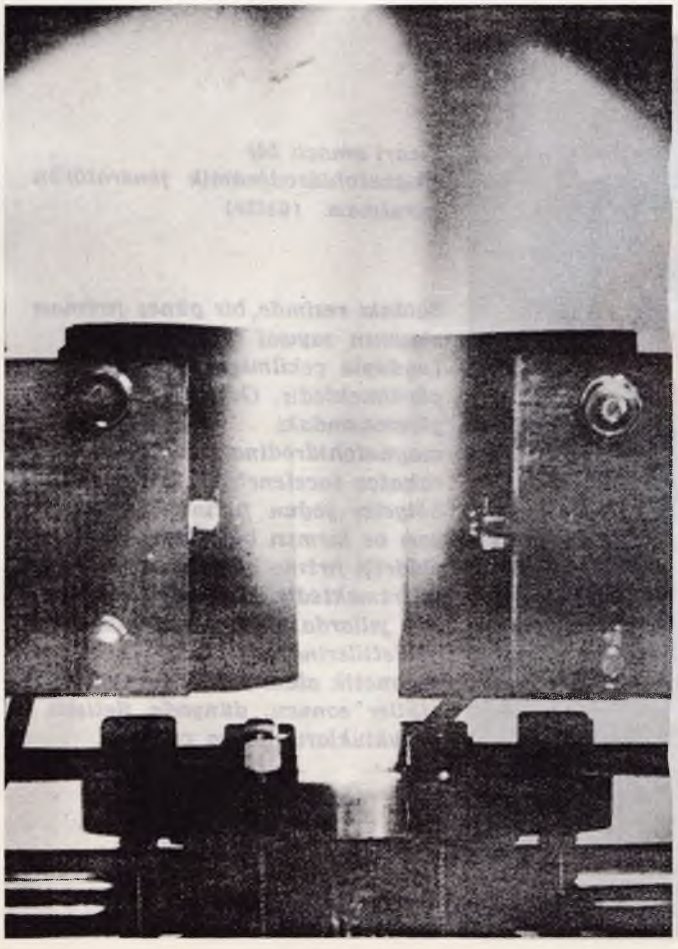
MAGNETOHİDRODİNAMİK

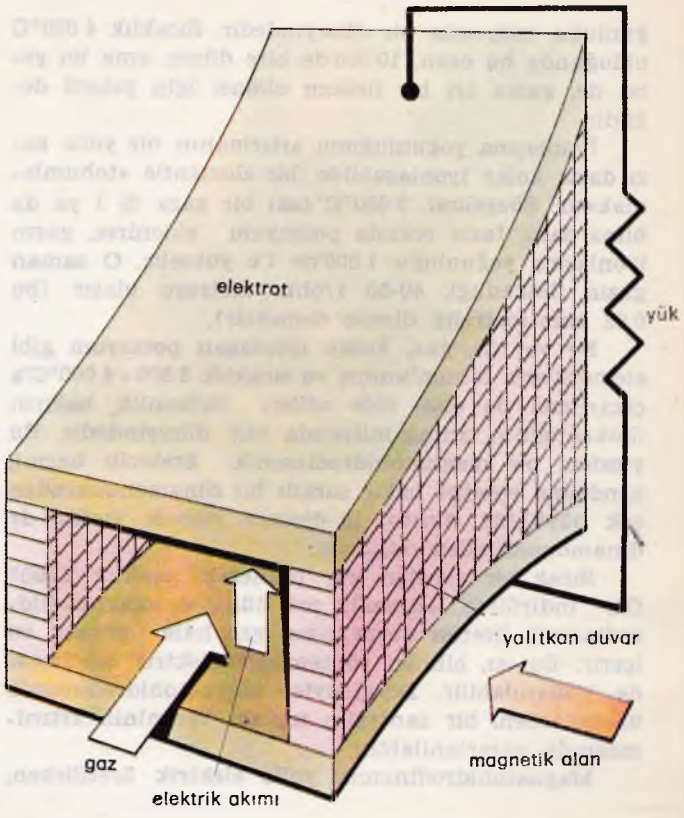
Su ve öteki akışkanların hareketlerini konu edinen hidrodinamik gibi, magnetohidrodinamik (hidromagnetizma da denir) de, elektrik iletkenliği (Bk. İLETİM, ELEKTRİKSEL) çok iyi olan akışkanların hareketlerini ve bunların magnetik alanla (Bk. MAGNETİZMA: ALAN VE KUVVETLER) etkilerini araştırır. Akışkan, sıvı halde bulunabileceği (cıva, erimiş sodyum ya da tuzlu su, vb.) gibi, «plazma»

adı verilen gazsı bir iletken durumunda da olabilir. Gazlar iyonlaşabildiklerinden, ısı (ALEV etkisiyle) ve başka ENERJİ kaynaklarının etkisi altında elektriği iletirler (Bk. İYON VE İYONLAŞMA).

Bir iletken, magnetik bir alanda hareket ettirildiğinde, bir elektromotor kuvvet (*emk*) üretilir. Bunun etkisiyle, hem bir magnetik alan, hem de hareket doğrultusuna ve magnetik alana dik yönde bir elektrik akımı oluşur. Bakırdan yapılmış katı iletkenleri olan dinamo, bu olaya iyi bir örnektir. Aynı olaylar akışkan iletkenler için de geçerlidir. Ama, akışkan halinde, kuvvetler kütle içindeki akışı değiştirebilirler. Dolayısıyle, ELEKTROMAGNETİK olayların yanında, akışkanın hareketleri de hesaba katılmalıdır. Hareket denklemleri ile elektromagnetik denklemleri birbirine bağlamak gerekir. Bunun sonucunda da, karmaşık magnetohidrodinamik kuramlar ortaya çıkar.

40 W'lık magnetohidrodinamik üreteçlerden birinin içi. (altta) Küçük bir metal, iki grafit elektrot arasından (resmin solunda ve sağında) geçen, yüksek hızlı iyonlaşmış gaz oluşturur. Resmin ön ve arkasındaki iki kutup, plazma içinde 1 teslalık (magnetik indükleme ölçüsü birimi) bir akı yoğunluğu oluşturur.





Resimde (üstte) bir magnetohidrodinamik üretecin temel yapısı görülmektedir. İyonlaşmış sıcak gaz (plazma), büyük bir hızla bir tünele girer ve iyonlaşmadan ötürü, hızlı hareket eden bir iletken gibi davranır. Magnetik alan, gazın akış doğrultusuna dik gelecek biçimde düzenlenir. Böylece, gaz «iletken»in en üst düzeyde akı çizgisini kesmesi sağlanır (klasik dinamoda kullanılan ilke). İşlem sonucu üretilen akımın yönü, hem magnetik alana, hem de gazın akış doğrultusuna diktir. Akım, biri altta, biri üstte bulunan, iki elektrot tarafından toplanır

Gazlar konu edildiğinde, «*magnetogazdinamiği*», «*magnetoplazmadinamiği*» ya da «*magnetoaerodinamik*» terimleri kullanılır.

Magnetohidrodinamik üretim: İyonlaşmış sıcak bir gaz, magnetik alan içinden geçirildiğinde, magnetohidrodinamik yoldan üretilen akım, bir elektrot çiftiyle toplanabilir. Böylece, yüksek sıcaklıktaki bir alevden (yani ısıdan) doğrudan güç elde edilebilir. Jeneratörlerde olduğu gibi, suyun önce ısıtılıp buharlaşması, türbini döndürmesi ve hareketin jeneratöre aktarılması gibi ara aşamalara gereksinim yoktur. Bu yüzden, dolaysız bir üretim yöntemi olarak, magnetohidrodinamik üstün bir tekniktir.

Magnetohidrodinamik yolla güç üretiminde en önemli etmen, gazın iletkenliğidir. Bu da, kullanılan gazın türüne ve sıcaklığına bağlıdır. Sözgelimi, 3 000°C'lik bir sıcaklıkta iyonlaşmış atomların yo-

ğunluğu, milyonda bir düzeyindedir. Sıcaklık 4 000°C olduğunda bu oran, 10 000'de bire düşer, ama bu gene de, gazın iyi bir iletken olması için yeterli değildir.

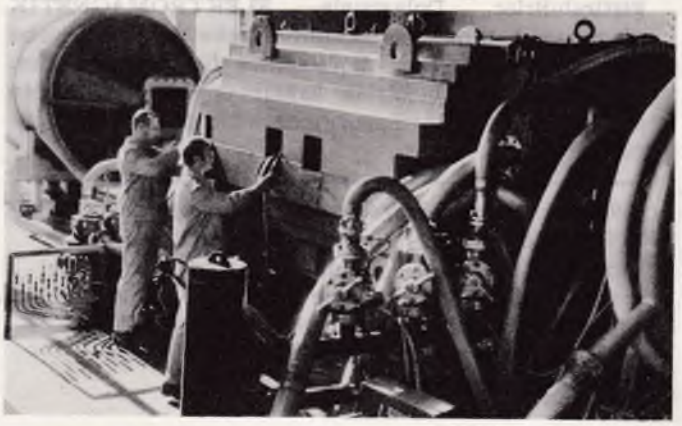
İyonlaşma yoğunluğunu artırmanın bir yolu, gazı daha kolay iyonlaşabilen bir elementle «tohumlamak»tır. Sözgelimi, 3 000°C'taki bir gaza % 1 ya da biraz daha fazla oranda potasyum eklenirse, gazın iyonlaşma yoğunluğu 1 000'de 1'e yükselir. O zaman gazın iletkenliği, 40-50 1/ohm metreye ulaşır (bu 0,02 ohm-metrelik direnç demektir).

Ne var ki, gaz, kolay iyonlaşan potasyum gibi elementlerle tohumlanmış ve sıcaklık 3 000 - 4 000°C'a çıkarılmış da olsa, elde edilen iletkenlik, bakırın iletkenliğinin ancak milyonda biri düzeyindedir. Bu yüzden, bir magnetohidrodinamik üretecin hacmi, kendisine eşdeğer bakır sargılı bir dinamonunkinden çok büyüktür. Ayrıca, iç direnci yüksek, verimi de dinamonunkinden düşüktür.

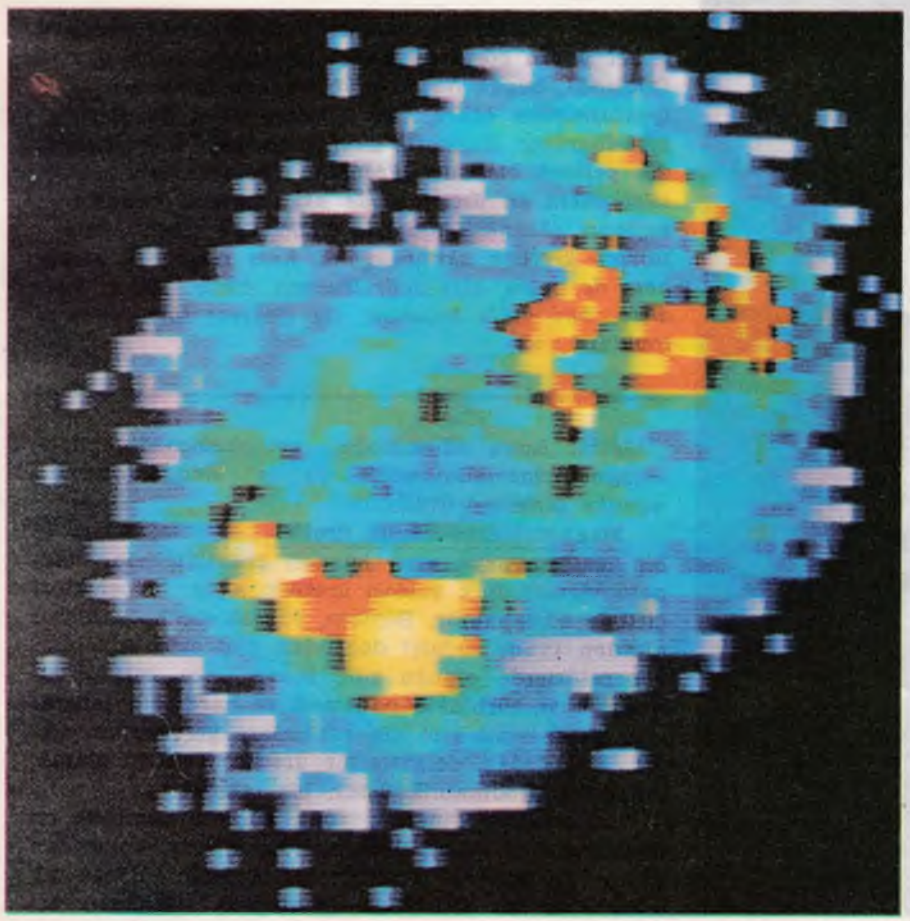
Sıcak bir alevden güç çekilerek, sıcaklık 2 000° C'a indirilirse, iletkenlik çok düşer ve magnetohidrodinamik üretim durur, ama gaz hâlâ yüksek ısı içerir. Bu ısı, bilinen yöntemlerle elektrik üretiminde kullanılabilir. Dolayısıyle, magnetohidrodinamik üreteçlerden, bir santralın toplam veriminin artırılmasında yararlanılabilir.

Magnetohidrodinamik yolla elektrik üretilirken, kinetik enerjiyi çekmek için, gaz hareketi, önce yavaşlatılır, sonra sıkışma enerjisini almak için genleştirilir. Yanma odasından çıkan gazın hızı, 1 000 m/san düzeyindedir (alev sıcaklığında sesin yayılma hızı, normal sıcaklıktakinin üç katıdır).

Çok yüksek alev sıcaklığı elde etmek için, gaz, petrol ya da toz kömür gibi yakıtlar oksijenle yakılır. Daha büyük ölçekli kullanımlarda yakıt, önceden egzoz gazlarıyla ısıtılmış bir ortamda yakılır. Böylece, «tohumlama» malzemesinin kaçması önlenir.



Ticari amaçlı bir magnetohidrodinamik jeneratörün kurulması. (üstte)



Soldaki resimde, bir güneş fırtınası olayının sayısal tayfçekimi (uyduyla çekilmiştir) görülmektedir. Güneş plazmasındaki magnetohidrodinamik olaylar rahatça incelenebilir. Beyaz renkli bölgeler yoğun fırtınalı yerleri, sarı ve kırmızı bölgelerse, daha az şiddetli fırtına bölgelerini belirtmektedir. Resimdeki fırtına, son yıllarda oluşan fırtınaların en şiddetlilerinden biriydi. Yerin magnetik alanında doğurduğu etkiler sonucu, dünyada iletişim bozuklukları ortaya çıkmıştı.

Klasik buhar türbinini çalıştıracak magnetohidrodinamik çevrimli bir üretim sistemi. (sağda)

Magnetohidrodinamik üreteçte, yalıtkan yüzeyler ile elektrotlar üstündeki sürtünme ve ısı yitimleri çok büyüktür. Koşullar, bir Satürn roketinin çıkış memesindekine benzer; ama magnetohidrodinamik güç, hacmin tümünden üretilir. Yitirilenden daha çok güç üretmek için, hacimleri çeper alanlarından daha büyük olan, binlerce megawatt gücünde üreteçlerin yapılması gerekir.

S.S.C.B. ve A.B.D 'nde, doğal gaz ya da petrolle çalışan ve bir - iki dakika içinde on binlerce kilowatt, birkaç saatlik çalışmalar için birkaç bin kilowatt, yüzlerce saat için de daha küçük güç verebilen magnetohidrodinamik üreteçler yapılmıştır. Günümüzde, milyonlarca kilowatt elektrik üretecek santralların kurulması amaçlanmaktadır.

Çok yüksek sıcaklık sağlayan başka bir kaynak NÜKLEER REAKTÖR'dür. Reaktörde ısıtılan helyum, kapalı bir magnetohidrodinamik çevrimden geçmeye zorlanır. Reaktörden sağlanan ısı, tohumlanmış gazları bile iyonlaştırmaya yetmediğinden, ek olarak dengesiz iyonlaşmaya gereksinim vardır. Ancak, böyle bir sistemin geliştirilmesi zamana bağlıdır.

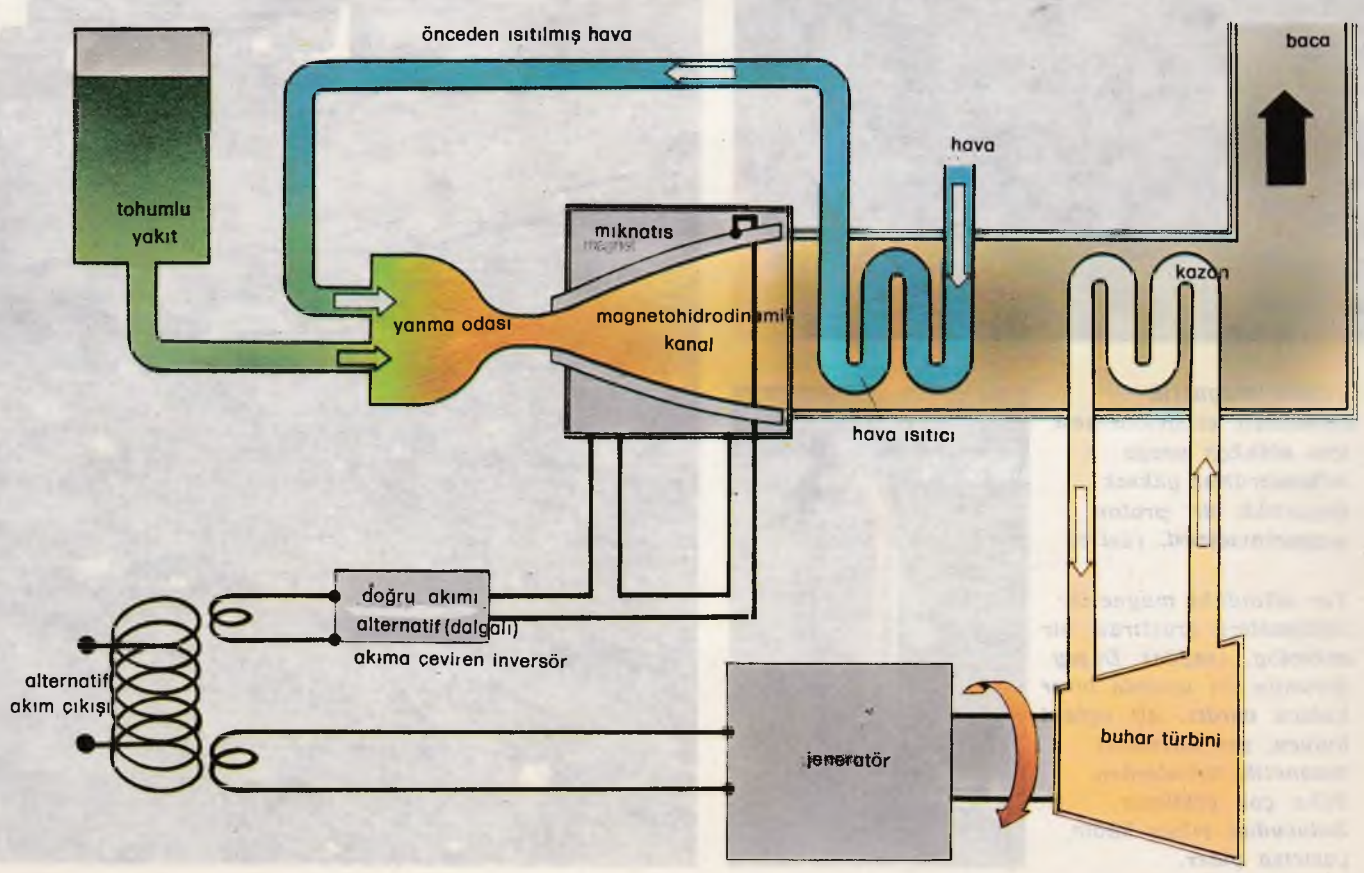
Sıvı metalli magnetohidrodinamik sistemler geliştirilmektedir. Bir reaktörden sağlanan sıcaklık, sodyum gibi metalleri kaynatabilir ve elde edilen buhar, bir magnetohidrodinamik sistemden geçmeye zorlanır. Sıvı metalin iletkenliğinin çok yüksek olmasına karşın, kaynama işleminde ortaya çıkan kabarcıklar, henüz çözülemeyen büyük sorunlara yolaçmaktadır.

Yüzlerce metreküplük bir magnetohidrodinamik kanalı üstüne, çok yüksek magnetik alan uygulamalarına gerekli elektromıknatıslar için, yüzlerce ton bakır ve çeliğe gereksinim vardır. Ayrıca, bunların beslenmesi için de, yüzlerce megawattlık elektrik gücü gerekir. Başka bir yol da, ÜSTÜN İLETKENLİK özelliği gösteren çok büyük mıknatıslar kullanmaktır.

Kısaca, magnetohidrodinamik üreteçlerinin başarısı, çok yüksek ve çok düşük sıcaklıklarda çalışabilecek yeni malzemelerin ve tekniklerin bulunmasına bağlıdır.

MAGNETOMETRE

Bilim ve teknoloji alanında, magnetik alan şiddetinin ölçülmesine gerek duyulması sonucu, değişik türlerde magnetometreler geliştirilmiştir. İlk magnetometreler, bir yaya bağlı mıknatıstan oluşuyor ve ölçülmek istenen magnetik alan şiddeti, yaydaki uzama miktarıyla belirleniyordu. Ama, kısa bir süre sonra bunlar, önemlerini yitirerek yerlerini, elektronik sistemlere bıraktılar. Günümüzde daha çok, *proton* magnetometresi, *akıgeçidi* magnetomet-



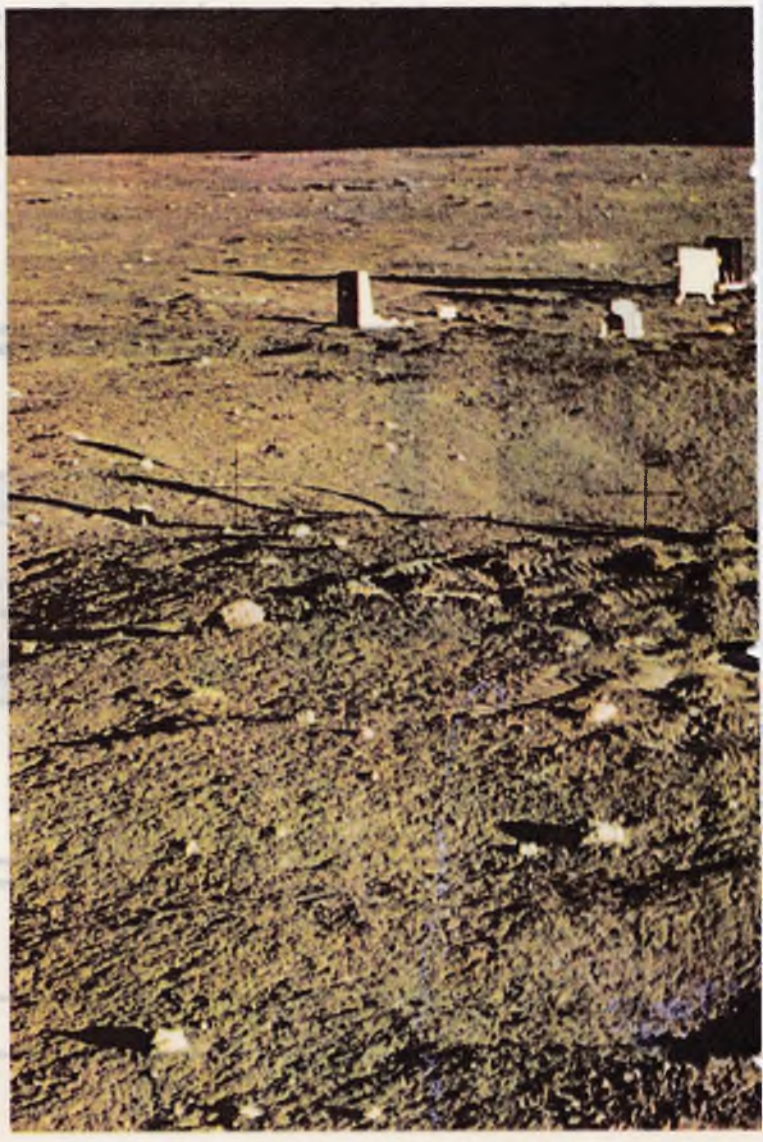
resi ve *Hall etkili* magnetometre kullanılmaktadır.

Proton magnetometresi: Günümüzde kullanılan magnetometrelerin en duyarlısı, proton magnetometresidir. Bu aygıtın çalışma ilkesi, atomlardaki artı yüklü taneciklerin (PROTON'ların) bir magnetik alan içinde sıralanmalarına dayanmaktadır. Dolayısıyle magnetometrede, proton bakımından zengin bir kaynak, sözgelimi çok sayıda hidrojen atomu içeren (Bk. HİDROKARBON) gazyağı kullanılır. Bir şişe içine doldurulan gazyağı, şişenin çevresine sarılı bir bobinden akım geçirilerek, mıknatıslandırılır. Gazyağı bütünüyle mıknatıslandığında, içerdiği protonlar, mıknatıslayıcı alan doğrultusunda dizilirler. Mıknatıslayıcı alan ortadan kaldırıldığında, protonlar, eski konumlarını almaya çalışırlar ve bunu yaparken,akıcı bobinde indüksiyon yoluyla bir akım uyarırlar.Bu durumda, proton titreşimlerinin sönümü, çevre magnetik alanıyla doğrudan ilişkilidir; yani sönüm hızı ölçüldüğünde, o ortamdaki magnetik alan ölçülmüş olur.

Proton magnetometresinin üstünlüğü, sönüm oranının çok duyarlı olarak ölçülebilmesindedir. Bu nedenle, magnetik alan da, aynı duyarlıkla ölçülmüş olur. Olumsuz yanıysa, apansız değişen alanları ya da alternatif alanları (anlık değişmelerde protonlar titreşimlerini bir süre daha sürdürür) ölçememesidir.

Akıgeçidi magnetometresi: Bu magnetometrenin çalışma ilkesi, geçirgenliği yüksek (kolayca mıknatıslanan) çekirdek çiftlerinin, hızlı alternatif akımla mıknatıslanmasına dayanır. Her çekirdekte, birbiri üstüne sarılmış birincil ve ikincil bobinler bulunur. Birincil bobine bir alternatif akım uygulandığında, çekirdek mıknatıslanır ve ikincil bobinde bir indüksiyon akımı doğar. Çekirdeğin bulunduğu ortamda bir de dış magnetik alan varsa, mıknatıs-

Ay'a giden Apollo-12 aracında, üç kafalı akıgeçidi magnetometresi kullanılmıştır. (altta)



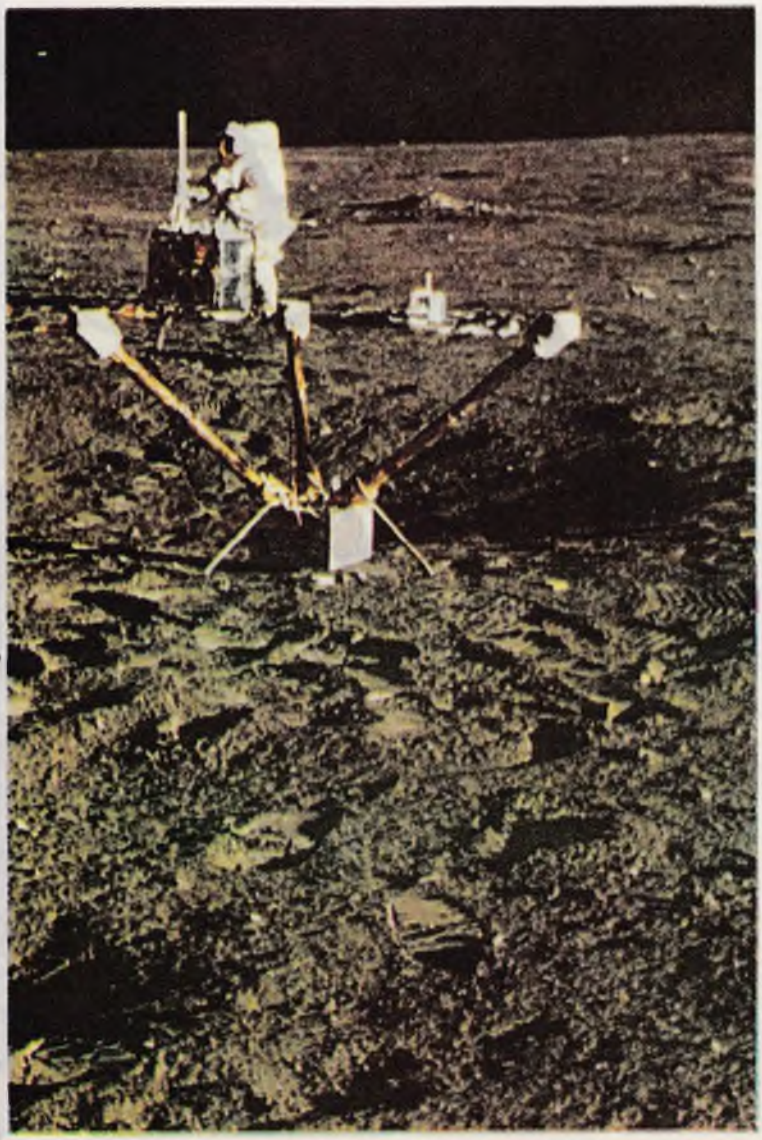
Uçağın magnetik alanından etkilenmemesi için oldukça uzağa sallandırılmış yüksek duyarlıklı bir proton magnetometresi. (üstte)

Yer altındaki magnetik değişmeleri araştıran bir arkeolog. (sağda) Düşey borunun iki ucunda birer bulucu vardır. Alt uçtaki bulucu, yer altındaki magnetik cisimlerden daha çok etkilenir. Bulucudan çıkan kablo, yazıcıya gider.

lanma daha da fazla olacaktır. İki çekirdeğin çıkışları, birbirinin etkisini artıracak ve belirli bir dış alan etkisinde çıkış sinyalinin iki katını verecek biçimde düzenlenmiştir. Bu özellik kendini, asıl frekansın iki katına ulaşan bir *AC* gerilimi biçiminde gösterir.

Söz konusu ilkeye göre çalışan magnetometreler, çok küçük alanlarda bile (sözgelimi 5×2 mm) magnetik alanı ölçerler ve çok hızlı değişen alanlara karşı (birkaç kilohertze kadar) duyarlıdırlar. Ayrıca, alan doğrultusunu da belirtirler. Çalışma aralığı 1 - 100 000 gama arasındadır: Ortalama yer magnetik alan şiddeti, 50 000 gama kadardır.

Akıgeçidi magnetometreleri özellikle, batık gemi, mayın, bomba, vb. cisimlerin araştırılmasında çok kullanışlıdır. Yön bulma özellikleriyse, uçaklar için yararlıdır. Uçak kanatlarının ucuna takılan böyle bir magnetometre, çok duyarlı bir pusula görevi yapar. Uzayın derinliklerindeki magnetik alanların ölçülmesinde de bu aygıttan yararlanılır



Hall etkili magnetometre: Hall etkili magnetometrenin ilkesi, 1879 yılında bulundu. Ama, indiyum antimonür ve indiyum arsenür gibi yarıiletkenlerin yapımından önce uygulamaya konamadı. Son yıllarda geliştirilen söz konusu iletkenden alınan ince bir dilimin yüzlerinden birinin iki ucu arasına bir akım uygulandığında, elektronlar, akımı taşıyan magnetik bir alanda hareket ederek, indüksiyon yoluyla, dilimin öteki yüzünün iki ucu arasında bir gerilim farkı oluştururlar. Bu gerilim ölçülebilir; büyüklüğü, magnetik alan şiddetinin ölçütlerinden biridir.

Bu tür aygıtlar, özellikle 100 000 - 20 000 000 gama şiddetindeki alanların ölçülmesinde kullanılırlar ve megahertz düzeyindeki frekanslarda çalışırlar. Yarıiletken malzeme, 0,1 mm kalınlıkta olduğundan, elektrik motorları gibi araçların en küçük hacimlerine bile yerleştirilip, oradaki magnetik alan şiddetini ölçebilirler.

Magnetometre, giriş - çıkış kablolarına bağlı bir ölçme başlığı ile ayrı bir kutu içindeki elektronik devre ölçü aygıtından oluşur. Bu düzende, taşınabilir bir aygıt oluşturulabilir. Bununla birlikte, yalnızca bir araç üstünde taşınabilecek büyüklükte magnetometreler de vardır.

MAKARA

Makaranın kökenleri tam olarak bilinmemektedir, ama İ.Ö. VI. - IV. yüzyıllarda Yunanistan'da kullanıldığına ilişkin kanıtlar bulunmuştur. Makara, çevresi bir kayışla sarılabilecek biçimde düz, *V* kayışı geçecek biçimde *V* oluklu (ya da ip için *U* oluklu) bir tekerlektir. Makaranın çevresine sarılan kayışın sıkı olması ve bu ikisi arasındaki sürtünme kuvvetlerinin harekete izin vermesi gerekir.

Makaralar, kullanılış biçimine göre başlıca iki ana sınıfa ayrılabilir: Gücü, bir milden bir mile bir kayış aracılığıyla ileten kasnaklar; bir kuvveti artırmak ya da yönünü değiştirmek için kullanılan palangalar.

Kasnaklar: Gücün iletilmesinde kayış kullanmak, bazı bakımlardan öteki yöntemlerden üstündür. Döndüren ve döndürülen miller birbirinden çok uzaksa, aralarında bağlantı kurmanın en ekonomik yolu, bir kayış kasnak sistemidir. Ayrıca, kayış, fazla yüklenme koşullarında kaymaya başladığı için, güç sınırlaması da vardır. Ana sakınca, hızı hassas olarak belirleme olanaksızlığıdır. Kayışın esnekliği bunu engeller. İki DİŞLİ ÇARK arasında olduğu gibi, tam bir kenetlenme de yoktur.

Kayışın hareket hızı, tahrik kasnağındakinden % 2 kadar fazladır. Bunun nedeni, kasnağın çevresindeki kayışın gerilmelerindeki değişikliğin, «*sünme*» denilen olguya yolaçmasıdır. Kayışların en yüksek çalışma hızı, normal malzemeler için 1 500 m/sn kadardır. Bu hızın üstünde ortaya çıkan çok büyük merkezkaç kuvvetler (Bk. MERKEZKAÇ VE MERKEZCİL KUVVET) kayışın bütünlüğünü bozar. Günümüzde düz kayışın yerini büyük ölçüde *V* kayış

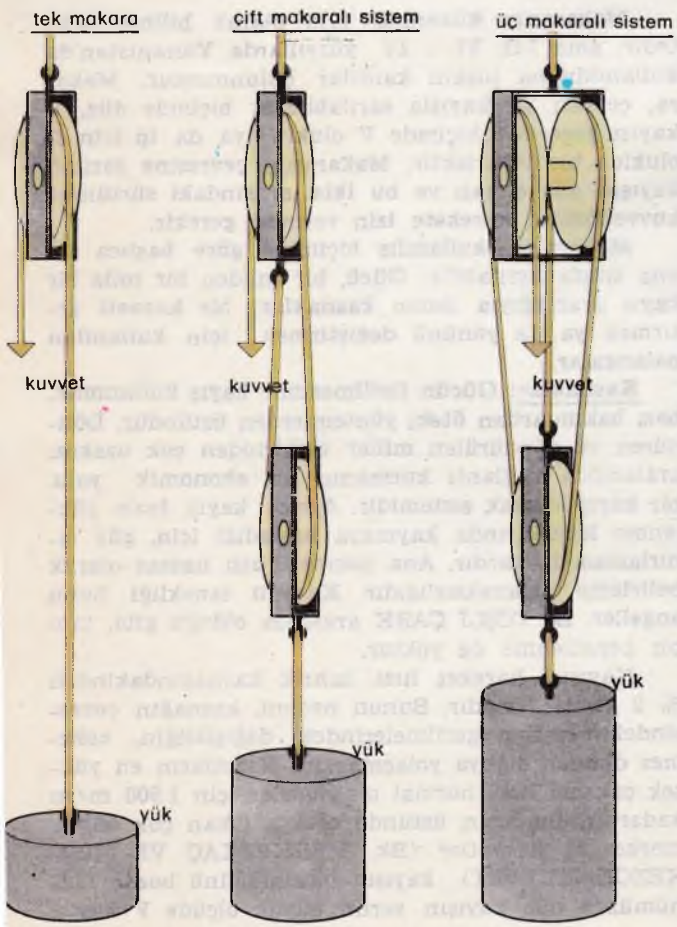
almıştır. *V* kayışı, daha küçük yapılabilmenin yanı sıra, daha dayanıklı olmakta, böylece daha fazla güç iletebilmektedir. Otomobil motorlarında kullanılan vantilatör kayışı, *V* kayışının yaygın örneklerinden biridir.

Kaynaktaki modern gelişmelerden biri, bunları, tam bir kenetlenme sağlamak için, dişli kayışlarla birlikte kullanmaktır. Böyle bir sistem, kayış - kasnak sisteminin temel sakıncalarından birini ortadan kaldırır. İki mil arasında, kesin eşzamanlı çalışma ve hız ilişkisi sağlar. Dişli sistem, gerçekten çok kesin zamanlama ve hız özellikleri gerektiren bir uygulama olan, içten yanmalı motorun kam milini döndürmede, başarıyla kullanılmaktadır.

Döndüren kasnak ile döndürülen kasnağın çapları aynı olduğunda, hızları da aynı olur; ama çapların değiştirilmesiyle, döndürülen kasnağın hızında bir çoğalma ya da azalma sağlanır. Döndüren kasnağın çapı, döndürülen kasnağın iki katı olduğu zaman, döndürülen kasnağın hızı, döndüren kasnağın iki katı olacaktır. Döndüren kasnak, döndürülen kasnağın yarı ölçüsünde olursa, döndürülen kasnağın hızı, döndüren kasnağınkinin yarısı kadar olur.

Palangalar: Bir kuvvetin yönü, bir makara ile bir ip kullanılarak değiştirilebilir. Böylece bir adam, kendi ağırlığına kadar olan nesneleri, yalnızca bir makaranın üstünden ip geçirip, bu ipi de nesneye bağlayarak kaldırabilir. Bu durumda makara, ekseni çevresinde boşa döner. Ama kuşkusuz bu ilke, bir mekanizmayı çalıştırmak için de kullanılabilir. Bazı saatlerde, bir makara çevresinden dolanan zinci-

Bir, iki ve üç makaralı, üç yalınpalanga. (altta) Her durumda hız oranı (kuvvetin hareket ettiği mesafe/yükün hareket ettiği mesafe), bütün makaralar eşit çapta olduğunda, sistemdeki makara sayısına eşittir. Bir palanga sisteminin mekanik kazancı, yükün kuvvete bölünmesiyle bulunur.



XVIII. yy.'da yapılmış «Victory» adlı İngiliz savaş gemisinin makara blokları. (altta) Makaraların eski uygulama alanlarının en önemlilerinden biri, yelkenli gemi donanımlarıdır.

re asılan ağırlıklar vardır. Makara, ağırlık yolunun sonuna ulaşana kadar, saati çalıştırır. Bundan sonra ağırlığın yukarıya, yolunun başına getirilerek saatin «kurulma»sı gerekir.

Kuvveti büyütmek gerektiğinde, birkaç makara birden kullanılır; bu sisteme «*palanga*» adı verilir. Palanga, bir hareketsiz, bir de hareketli parçadan oluşur. Hareketsiz parça, bir eksen üstünde serbestçe dönen iki ya da üç makaralı bir çerçeve biçimindedir. Palanganın hareketli bölümüyse, bir kaldırma kancasına takılan çerçevedeki, başka bir eksen üstünde yeralan makara dizisinden oluşur. İp, bütün hareketli ve hareketsiz makaraları dolaşıp, palanganın herhangi bir yarısındaki çerçeveye takılır. Tipik bir palangada iki makara vardır ve ipin sonu, hareketsiz çerçeveye bağlanır.

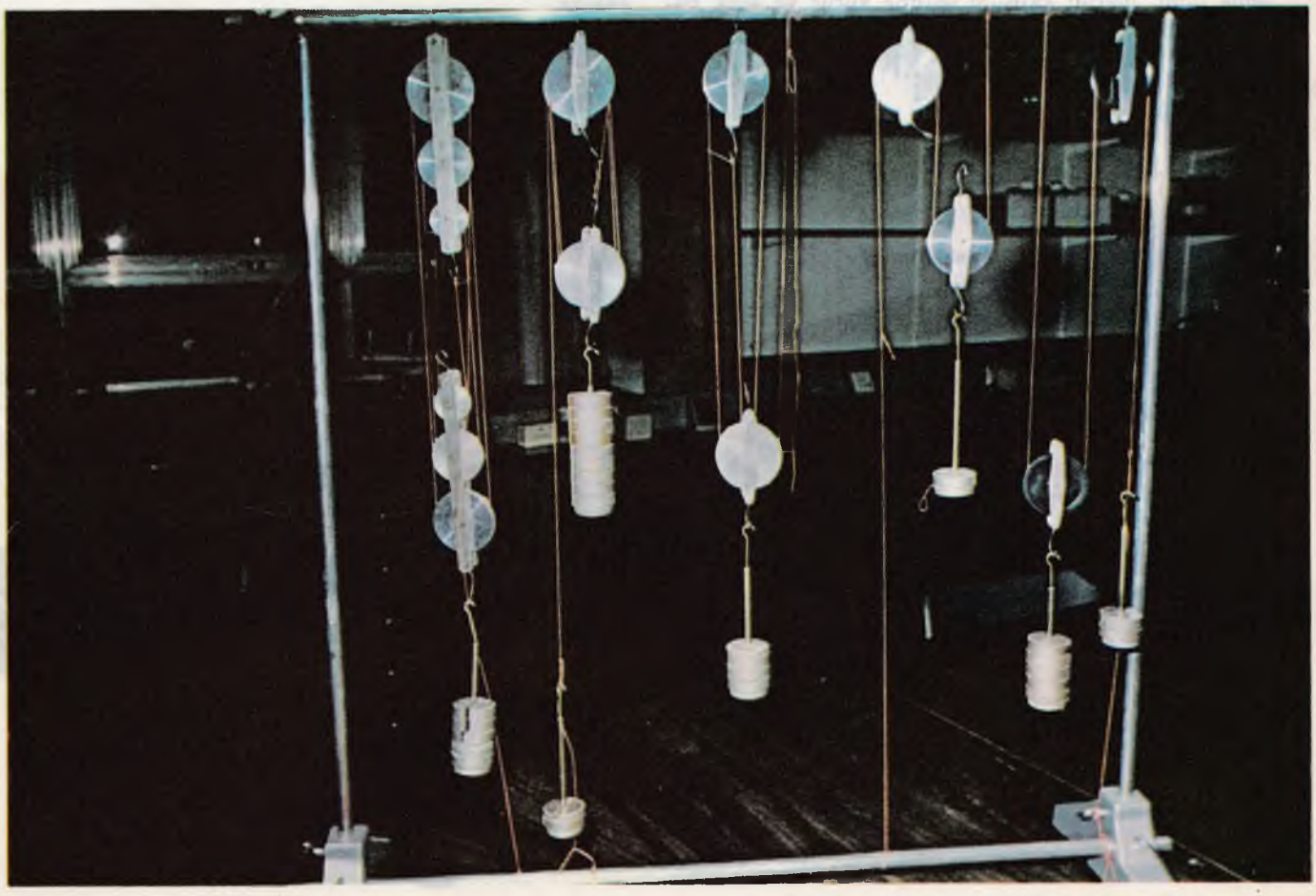
Kancanın ucuna bir nesne takıldığında, nesnenin ağırlığı, palanganın iki parçasını birleştiren dört ipe bölünür. Sürtünme sayılmazsa, ipteki gerilim, uygulanan yükün dörtte birine eşit olmalıdır. Dolayısıyle, yükü kaldırmak için, ipin eldeki bölümü, en az yükün dörtte birine eşit bir kuvvetle çekilmelidir. Aygıt, kuvveti dört katına çıkarır.

Kuşkusuz, uygulamada sürtünme yok sayılamaz. Hattâ palangadaki makaralar arttıkça, sürtünme de artar. Ayrıca, ipin ve makaraların ağırlıkları da düşünülmelidir. Bu nedenle, palangayı üç makaradan fazlaya çıkarmak genellikle yararlı olmaz. Üç makaranın üstünde, kuvvet büyümesi azalmaya başlar. Kuramsal büyütme oranı 6 kadardır. Bu da uygulamada, sürtünme nedeniyle, % 10 - 15 kadar azalır. Büyütme oranı (yük/kuvvet) «*mekanik kazanç*» diye adlandırılır. Bu terim, kuvvetin büyütülmesi için yararlanılan KALDIRAÇ'larda da kullanılır.

Sürtünme etkileri yok sayıldığında, eşit ölçüdeki makaralardan oluşan yalın bir makara sisteminde, mekanik kazanç, makara sayısına eşittir. Buna ek olarak, kuvvetin hareket ettiği mesafenin yükün hareket ettiği mesafeye oranı da (hız oranı), makara sayısına eşit olacak ve sürtünmeden ya da donanımın ağırlığından etkilenmeyecektir. Pratikte bu etmenler mekanik kazancı azaltırlar. Sistemin verimi, mekanik kazancın hız oranına bölünmesiyle hesaplanır.

MAKİNALI TABANCA

Makinalı tabancanın tarihi pek eski değildir. Savaş alanında kullanılmış ilk makinalı tabanca,



Palanga sistemlerinden örnekler. (altta)

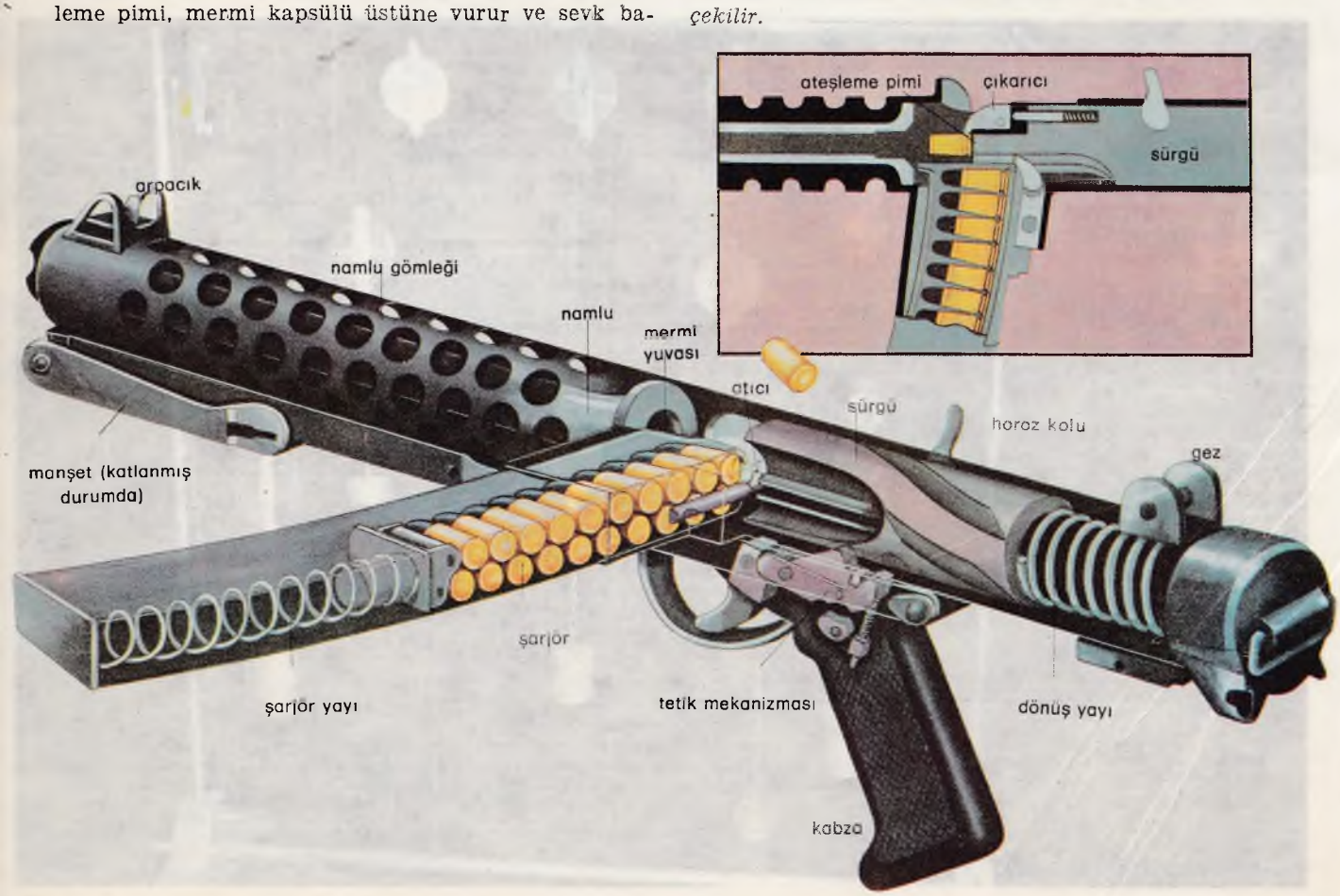
Birinci Dünya savaşında geliştirilmiş olan, İtalyan yapısı Villar Perosa'dır. Bu silah, çok hafif bir sahra makinalısı ya da uçaklara takılabilecek bir makinalı tüfek olarak yapılmıştı ve amaç, yüksek bir atış hızı sağlamaktı. Ne var ki, bu görevlerde pek kullanılmadı. Kısa bir süre sonra, tek kişi tarafından kullanılan ve yakın ateş desteği sağlayan bir silah oldu. Villar Perosa'yla ortaya çıkarılan düşünce, Almanlar tarafından geliştirildi ve 1918 yılında Bergmann yapıldı. Daha sonraki gelişme Thompson oldu. Bu silah 1920 - 1930 yıllarında gangster silahı olarak ün yaptı.

İkinci Dünya savaşının patlak vermesiyle, makinalı tabancaların yapımı hızlandı. Hem savaş sırasında, hem de savaştan sonra milyonlarca makinalı tabanca üretildi. Bütün ülkelerin ordularında kullanılmış olan makinalı tabanca, otomatik ya da yarı otomatik olarak tabanca mermisi atan, hafif bir silahtır.

Çalışması: Bütün makinalı tabancalar, doğrudan geri tepme ilkesine göre çalışırlar. Silahta, arkasında güçlü bir yay olan bir sürgü bulunur. Bu sürgü elle geri çekilir ve emniyet mandalı tarafından yerinde tutulur. Tetik çekildiğinde, öne doğru fırlar ve şarjörden aldığı mermiyi, mermi yuvasına yerleştirir. Sürgünün yüzünde, bir ateşleme pimi bulunmaktadır. Mermi yuvaya oturduktan sonra, ateşleme pimi, mermi kapsülü üstüne vurur ve sevk barutunu ateşler. Sürgünün ağırlığı ve momentumu, mermi kovanını, mermi namludan çıkana kadar yuvada tutar ve daha sonra, sürgü, kovandaki enerjinin etkisi altında geriye doğru hareket eder. Mermi kovanı, mermi yuvasından (ya da yatağından) çekildiğinde, namlu basıncı düşmüş olur: sür-

S.S.C.B. yapısı PPSh-41 makinalı tabancası. (üstte) İkinci Dünya savaşında çok kullanılan ve 7,65 mm'lik mermi atan bu silahın şarjörü, daire biçimlidir.

Geri tepme ilkesine göre çalışan, yalın ve güçlü bir silah olan Sterling. (altta) Atış sırasında sevk barutunun basıncı, mermi, kovan ve sürgüyü ters yönlere doğru iter. Çıkarıcının sürgü karşısında tuttuğu boş kovan, atıcıya çarpana kadar geri çekilir.



gü de hızla geri gelip, arkasındaki yayı sıkıştırır. Sürgü, geriye doğru gidebileceği en son noktada, ya tetik tarafından tutulur ya da aynı hareketi yineler.

Günümüzde makinalı tabancalar, bazı küçük değişiklikler dışında, bu ilkeye göre çalışırlar. Makinalı tabancalarda düşük güçlü mermilerin kullanılması zorunludur. Çünkü, yüksek güçlü mermiler için silahın, daha ağır bir sürgü ve daha kuvvetli bir yayla donatılması gerekir. Bazı silah yapımcıları, yalın kilitleme sistemleri denemiş, bazıları da, silahın boyunu ve ağırlığını düşürmek için çalışmalar yapmıştır. Makinalı tabanca oldukça yalın bir silahtır. Ateş gücü, hafiflik ve güvenlik isteyen yakın mesafe çarpışmalarında kullanılır. Silahın etkili atış menzili, yaklaşık 100 m'dir ve atış sırasında dikkatli nişan almak gerekmez.

Cephane: Bütün makinalı tabancalarda tabanca mermisi kullanılır. Thompson'da 11,43 mm'lik ACP kenarsız fişek kullanılmaktaydı (bu mermi XX. yüzyılın başından bu yana standart Amerikan tabanca mermisidir). Thompson makinalı tabancalarının İkinci Dünya savaşına kadar yapılan modellerinde bu mermiler, 50 mermi alan ve gövde altında bulunan, daire biçimli şarjörlerden namluya sürülmekteydi. Ne var ki, söz konusu şarjörler, oldukça büyük, ağır ve pahalıydılar. İkinci Dünya savaşında, küçültülerek, 20 mermi alacak hale getirildiler. S.S.C.B. ve Varşova Paktı ülkeleri ordularında kullanılan standart mermi, oldukça yüksek hızlı ve hafif olan Sovyet yapısı 7,65 mm'lik tabanca mermileridir. Savaş sırasında yapılan ve «PPSh-41» diye tanımlanan bir Sovyet makinalı tabancasında, Thompson'da olduğu gibi, daire biçimli, ama 71 mermi alan bir şarjör kullanılmaktaydı. Daha sonra, bu şarjör de yerini, dikey olarak takılan şarjörlere bıraktı. Aşağı yukarı bütün Avrupa ülkeleriyse, 9 mm'lik mermiler, özellikle 9 mm'lik parabellum mer-

İngiliz yapısı Sten makinalı tabancasının yerini alan Sterling (altta), sol yanda bulunan bir şarjörle doldurulur. Şarjörü 30 mermi alan, dipçiği katlanabilen bu silahın ağırlığı 2,7 kilodur.

misini kullandılar. Bu mermilerin şarjörleri, oldukça yalın kutulardı.

Almanlar, başlangıçta şarjörü, silahın soluna, atışı yapanın önüne gelecek biçimde taktılar. 1934 yılında yapılan Bergmann makinalı tabancası, şarjörü sağda olan tek silahtır. Daha sonra Almanlar da, modern silahlarda olduğu gibi, makinalı tüfeğin altına takılan yeni bir şarjör geliştirdiler. İngiliz yapısı Sten'in ve daha sonra yapılan Sterling'in şarjörleri soldadır. Avustralya'da yapılan Owen makinalı tüfeklerinin şarjörleriyse, gövdenin üstüne dikey olarak takılan ve mermiyi aşağı veren bir sistemdi. Avustralya ordusunda hâlâ bu şarjör sistemi kullanılmaktadır. Söz konusu şarjörler, 20-30 mermiliktir; ama silah yapımcıları, özel istekleri karşılamak için, değişik büyüklüklerde şarjörler de yapmaktadırlar.

İlk yapılan makinalı tabancalar, geleneksel silahlar gibi, sağlam, süslü ve genellikle uzun namlulu, karmaşık tetik mekanizmalı olurdu. Modern makinalı tabancalardaysa, çoğunlukla, preslenmiş çelik ile plastik kullanılır ve yalnızca namlu ile sürgü mekanizması işlenir. Bu tür silahlar, tüfeklerden bile daha ucuz olmalarına karşılık, daha kısa ömürlüdür. Yeni yapılan makinalı tabancaların çoğuna katlanabilen dipçikler takılmaktadır.

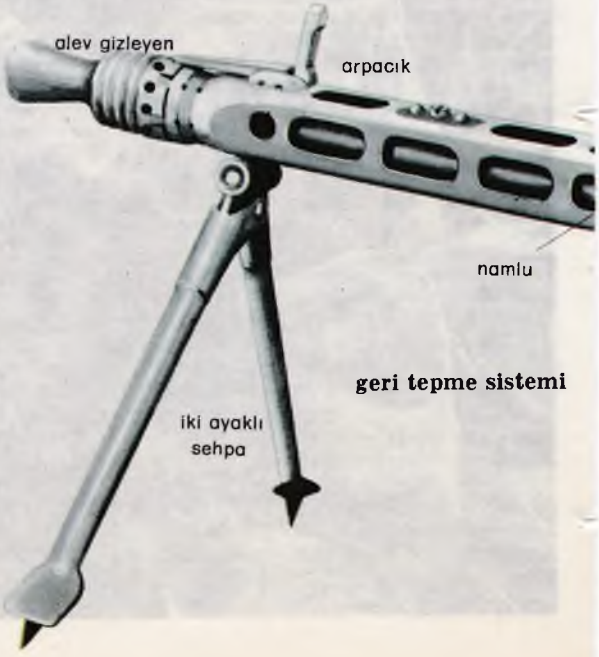
MAKİNALI TÜFEK

İlk yapılan fitilli ya da çakmaklı tüfeklerin doldurulması uzun zaman almaktaydı. Bir kişinin atış hızını artırma amacıyla, birkaç silahı birden denetlemesini sağlayacak yeni donanımlar geliştirmek için pek çok çalışma yapıldı. Bu çalışmalar sonucunda geliştirilen bir sistemde, birçok tüfek, bir çerçeve ya da bir araba üstüne monte ediliyor ve bir fitil ya da çakmaktan sağlanan kıvılcımlarla art arda ateşleniyordu. Bu tür silah sistemleri, XIV. yüzyılda ortaya çıkmış olmalarına karşılık, ancak XV. yüzyılda yaygın biçimde kullanılmaya başlandı. Bunlardan bazıları aynı noktaya toplu halde atış yapıyor, bazıları da dağınık atış ilkesine göre ateşleniyordu. Leonardo da VİNCİ'nin de bu tip silahlar tasarladığı bilinmektedir.

İlk başarılı makinalı tüfek, Dr. Gatling tarafından yapıldı. Bu silahta, bir merkez mil üstünde dönerek sırayla ateş eden birkaç namlu bulunmaktaydı. İlk denenmesi 1862 yılında yapılan silah, çok geçmeden dünyanın birçok ülkesinde kullanılmaya başlandı. Bu makinalı tüfek, atıcının bir kolu çevirmesiyle, sürekli olarak ateş etmekteydi.

Maxim makinalı tüfeği: Maxim, ilk makinalı tüfeğini 1883 yılında yaptı. Bu silahın, daha öncekilerden farkı, doldurma, kurma, ateşleme, kovan çekme ve atma gibi işlemlerin tümünün, sevk barutundan sağlanan enerjiyle yapılması ve hiç bir el işlemine gerek göstermemesiydi. Maxim makinalı tüfeği, aşağı yukarı bütün ülkelere satıldı ve pek çok büyük orduda kullanıldı. Bu silah, namlu ve kama gövdesinin gaz

1718'de yapılan Puckle makinalı tüfeği. (üstte) Çakmaklı mekanizması dışında bu silah, birçok bakımdan 150 yıl sonra yapılan Gatling makinalı tüfeğine benzer.



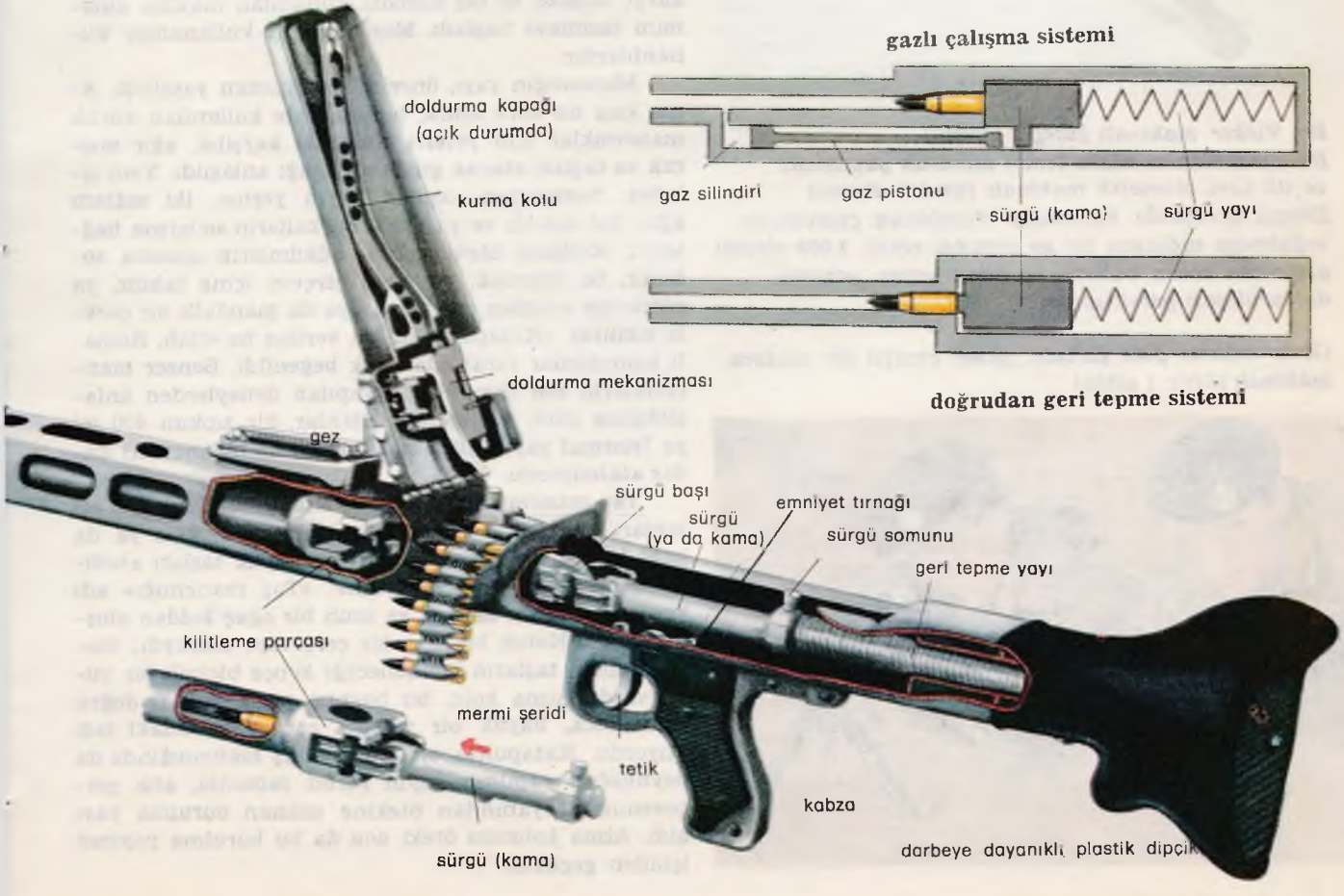
basıncı etkisiyle geriye tepmesi ilkesine göre çalışmaktaydı. Söz konusu ilke, günümüzde de birçok makinalı tüfekte kullanılmakta ve yüksek atış hızı sağlamaktadır. Bu tür, zehirli gazlar çıkarmadığı için, özellikle zırhlı araçlarda yararlı olmaktadır.

Maxim'in silahından sonra gene bir Amerikalı olan Browning tarafından yapılan makinalı tüfekler ortaya çıktı. Browning'in 1885 yılında yaptığı ilk silah gazla çalışıyordu. Ama 1917'de 7,6 mm'lik, geri tepmeli bir silah daha yaptı. A.B.D. ordusunda bu silahtan yararlanılarak, hem 7,6 mm'lik, hem de 12,7 mm'lik makinalı tüfeklerde bazı yenilikler gerçekleştirildi. 12,7 kalibrelik makinalı tüfek, günümüzde de birçok orduda kullanılmaktadır.

Piyade tarafından kullanılan makinalı tüfeklerde, namludan gelen gazla çalışan bir piston geri giderek, kama gövdesini kilitten kurtarıp geri iter.

Deve üstüne monte edilmiş bir Gatling makinalı tüfeği. (üstte) Pirinç kartuşlu mermiler atan silahta, aynı mil üstünde dönen paralel namlular vardı.

Gazlı ve geri tepmeli sistemlerin yalınlaştırılmış türleriyle ve yay sistemiyle çalışan bir Alman MG42 makinalı tüfeği. (altta) MG'de tetik çekildiğinde, sürgü, yay etkisiyle öne gider. Sürgü başı, mermiyi namlu yatağına sürer ve kilitlenir. Sürgünün, ileri doğru hafif bir ikinci hareketiyle (kırmızı ok) mermi ateşlenir. Namlu ve sürgü geri teper ve kilit parçası sürgü başını bırakır. Daha sonra aynı işlem yinelenir.



«*Gazlı çalışma*» diye tanımlanan bu çalışma ilkesi, Lewis, Bren ve hâlâ kullanılan Amerikan M-60 makinalı tüfeklerinde başarıyla uygulanmıştır. Bu çalışma biçimi, geri tepmeli makinalı tüfeklerde görülen bazı aksaklıkları ortadan kaldırmakta, atış gücü ayarlanabilen ve mekanizmanın içine pislik girmesini önleyen bir yöntem olarak geçerliliğini korumaktadır.

Doğrudan geri tepmeli çalışma: Sevk barutundan yararlanarak makinalı tüfeği çalıştırmada kullanılan başka bir ilke de, doğrudan geri tepme ilkesidir. Bu sistemde, kilitli kama gövdesi yoktur. Kama gövdesi, eylemsizliği nedeniyle basıncın yüksek olduğu anda hızla geriye gitmez. Yapılan ilk silahlarda bu eylemsizlik, yalın ve ağır bir kama gövdesiyle sağlanmaktaydı. Ama daha sonraki modellerde kama gövdesi ile silahın gövdesi arasında bazı bağlantılar yapıldı ve bunların yardımıyla kama gövdesinin hızla geriye gitmesi mekanik olarak engellendi.

Piyade birlikleri tarafından kullanılan hafif makinalı tüfeklerin temel özelliklerinde herhangi bir değişiklik yapılacağı sanılmamaktadır. Buna karşılık, daha büyük olan 20 mm'lik silahın ve zırhlı araçlarda kullanılan ağır makinalı tüfeklerin çalıştırılmalarında yavaş yavaş, bir dış güçten yararlanma düşüncesi benimsenmektedir. Sözgelimi, 20 mm'lik Vulcan makinalı tüfeğinde ve Hughes tarafından yapılan elektrikli makinalı tüfekte, bu düşüncenin sonuçları görülebilir.

Makinalı tüfekler, savaş tarihinin en korkunç silahlarından biri olmuş, 1915-1918 yılları arasında yapılan siper çarpışmalarında, bu silahın korkunç etkisi açıkça ortaya çıkmıştır. Tanklar, savaş alanlarında, makinalı tüfek ateşi altında ilerleme sağlama amacıyla geliştirilmiş, savaş uçaklarının etkileri de makinalı tüfeklerle artırılmıştır.

Bir Vicker makinalı tüfeği. (üstte)
Bu silah Maxim silahı temel alınarak yapılmıştı ve ilk tam otomatik makinalı tüfekti. Birinci Dünya savaşında kullanıldı. Namlunun çevresinde, soğutmayı sağlayan bir su gömleği vardı. 2 000 mermi atışından sonra buharlaşıp biten suyun yeniden doldurulması gerekiyordu.

Gazlı sisteme göre çalışan, genel amaçlı bir modern makinalı tüfek. (altta)

MANCINIK

Başlangıçta, ok atmada kullanılan büyük sehpalı yay (arbalet) anlamına gelen mancınık, yıllar sonra, kargı, mızrak ve taş atmada kullanılan makina anlamını taşımaya başladı. Mancınığı ilk kullananlar Yunanlılardır.

Mancınığın yayı, önceleri boynuzdan yapılırdı. Ama kısa bir süre sonra, bunun, elde kullanılan küçük mancınıklar için yeterli olmasına karşılık, ağır mızrak ve taşları atacak güçte olmadığı anlaşıldı. Yeni silahta, boynuzdan yapılan yayın yerine, iki sağlam ağaç kol takıldı ve yay teli, bu kolların uçlarına bağlandı. Kolların öteki uçları, bükümlerin arasına sokulur, bu düzenek, bir ağaç çerçeve içine takılır, ya çerçeveye sokulan çubuklarla ya da mandallı bir çarkla sıkılırdı. «Katapult» adı da verilen bu silah, Romalı komutanlar tarafından çok beğenildi. Benzer mancınıklarla son zamanlarda yapılan deneylerden anlaşıldığına göre, söz konusu silahlar, bir zıpkını 400 m'ye (normal yayla ulaşılması olanaksız bir menzil) kadar atabiliyordu.

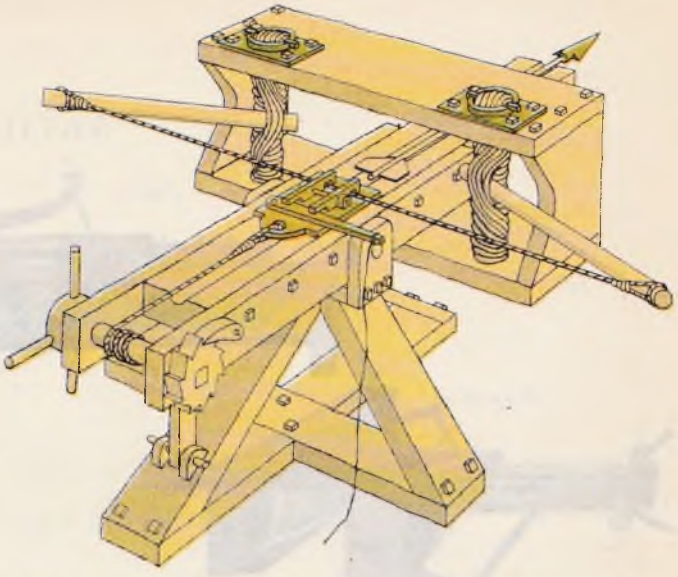
Taş mancınığı: Romalılar, zıpkın ve kargı gibi silahları katapultla atmalarının yanı sıra, kale ya da kent kuşatması sırasında ağır ve büyük taşları atabilecek bir aygıt da geliştirdiler. «Taş mancınığı» adı verilen bu silah, sağlam ve uzun bir ağaç koldan oluşmaktaydı. Kolun bir ucu, bir çerçeveye takılıydı; öteki ucunda, taşların konabileceği kepçe biçimli bir yuva vardı. Atma kolu, bir boynuz yayla yukarı doğru fırlatılınca, büyük bir yastığa çarpıp ucundaki taşı atıyordu. Katapultta olduğu gibi,taş mancınığında da boynuzdan yapılmış yayın yerini zamanla, ana çerçevenin bir yanından ötekine uzanan burulma yayı aldı. Atma kolunun öteki ucu da bu burulma yayının içinden geçirildi.

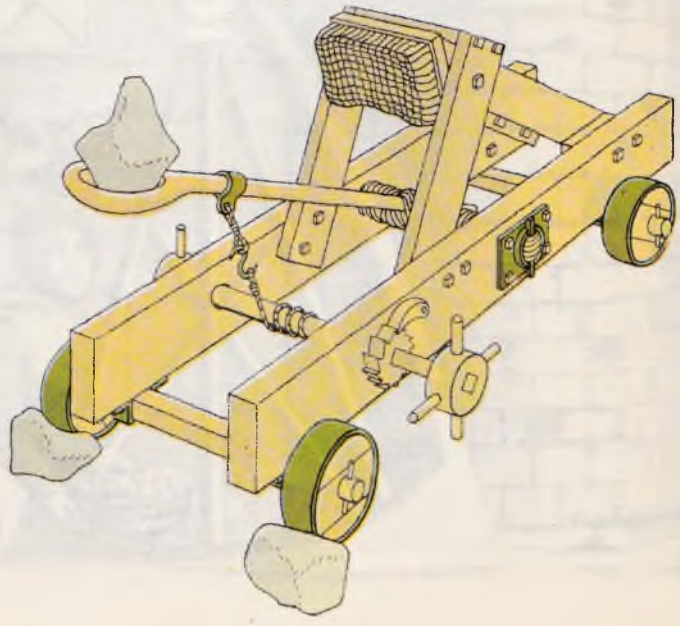
İ.Ö. I. yüzyıl dolaylarında, Çin ordusunda da, Yunanlılarınkine benzeyen büyük bir arbalet geliştirilmişti. Söz konusu dönemde Çinlilerin en büyük düşmanları, bozkırlarda yaşamakta olan oklu süvarilerdi ve Çinliler, düşmanlarına karşı koyabilme amacıyla atış hızı yüksek bir silah yapmak zorunda kalmışlardı. Çinlilerin o dönemde yapmış oldukları bir tetik ve horoz mekanizması, günümüzde bile bazı yalın silahlarda kullanılmaktadır.

Mangonel: Roma İmparatorluğu'nun yıkılmasından sonra, Avrupa'da katapult ve taş mancınığın yaygınlığı azaldı. Ortaçağ'da Avrupa'da mancınığın pek görülmemesine karşılık, İ.S. 1100 yıllarında Çinliler yalın bir mancınık yaptılar. Bu silah, merkezinden bir mille hareket eden uzun bir koldan oluşmaktaydı. Kolun bir ucunda taş atmak için bir sapan vardı. Öteki ucu da, çekme halatlarına bağlanıyordu. Atış sırasında birkaç kişi, halatları hızla çekip, kolu kaldırıyor ve öteki uçtaki taşı atıyorlardı. Batı dünyasında «mangonel» adı verilen bu tür, bir süre sonra Araplar tarafından da kullanılmaya başlandı.

Haçlı seferleri sırasında Ortadoğu ülkelerinde iki tür mancınık kullanılıyordu; ama ikisi de yeterli değildi. Özellikle nemin fazla olduğu bölgelerde, saçtan yapılmış burulma çileleri gevşiyor ve silahın etkisini azaltıyordu. Mangonel tipindeyse, halatların aynı zamanda ve aynı güçle çekilmesi gerektiğinden etkili atışlar yapılamıyordu.

Terazili mancınık: Bir süre sonra mangonelde, kola bağlı halatları çeken insan gücü yerine, büyük bir karşıt ağırlıktan yararlanılmaya başlandı. Bu tür mancınıkta, atış kolu serbest bırakıldığında, öteki uçtaki ağırlık aşağı düşüyor ve kolun ucundaki taşı fırlatıyordu. Atılan taşlar da daha dikkatli seçilmeye başlandı. Cephane olarak kullanılan bu taşlar, küre biçiminde ve hep aynı ağırlıkta yapılıyordu. Böylece ağırlık değişmediğinden, daha isabetli atışlar yapılabiliyordu. Mancınığın bu türü, İ.S. 1200 yıllarında Avrupa ve Ortadoğu ülkelerine yayıldı; 1275 yıllarında da Marko Polo tarafından Çin'e götürüldü.

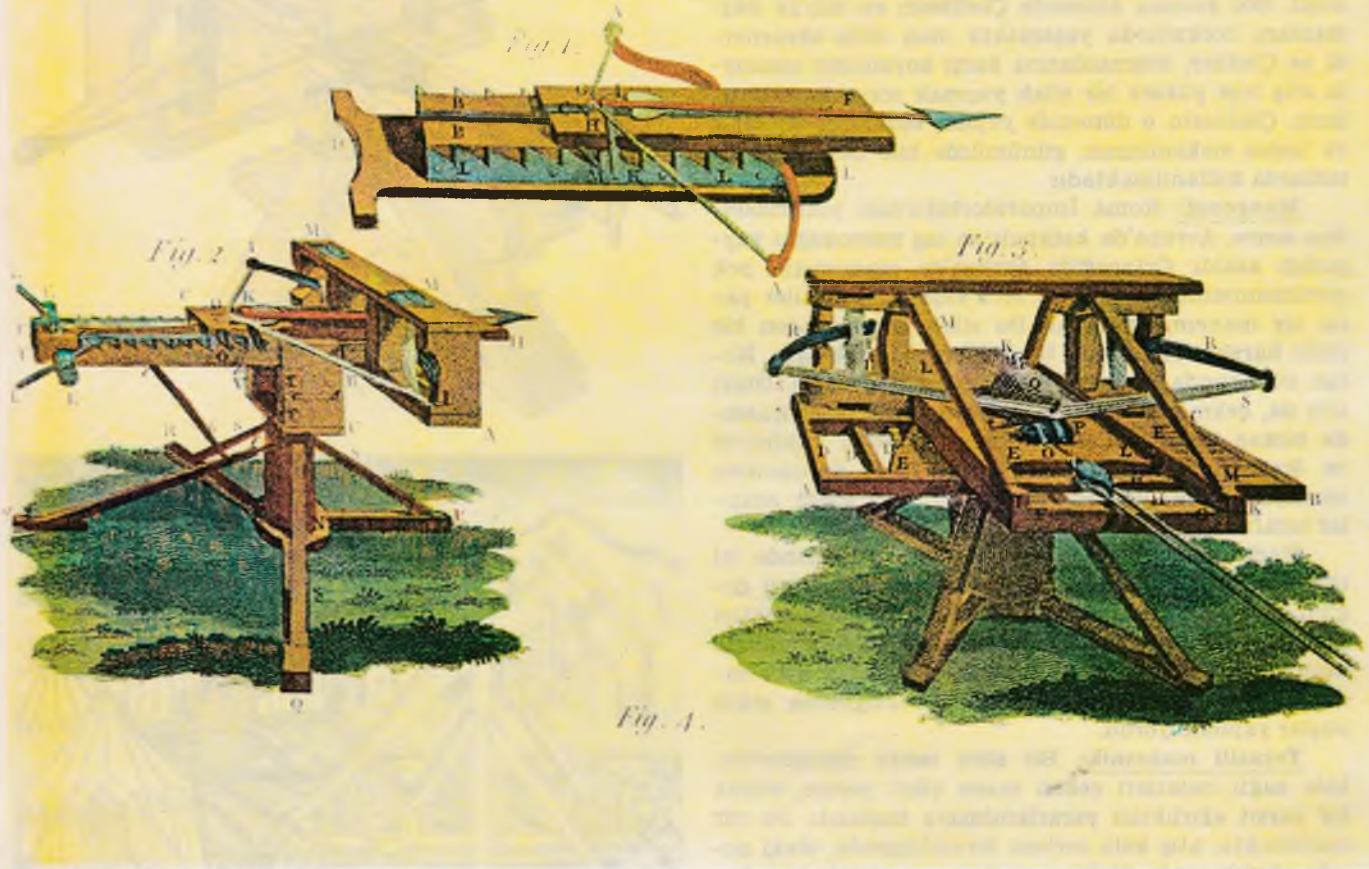


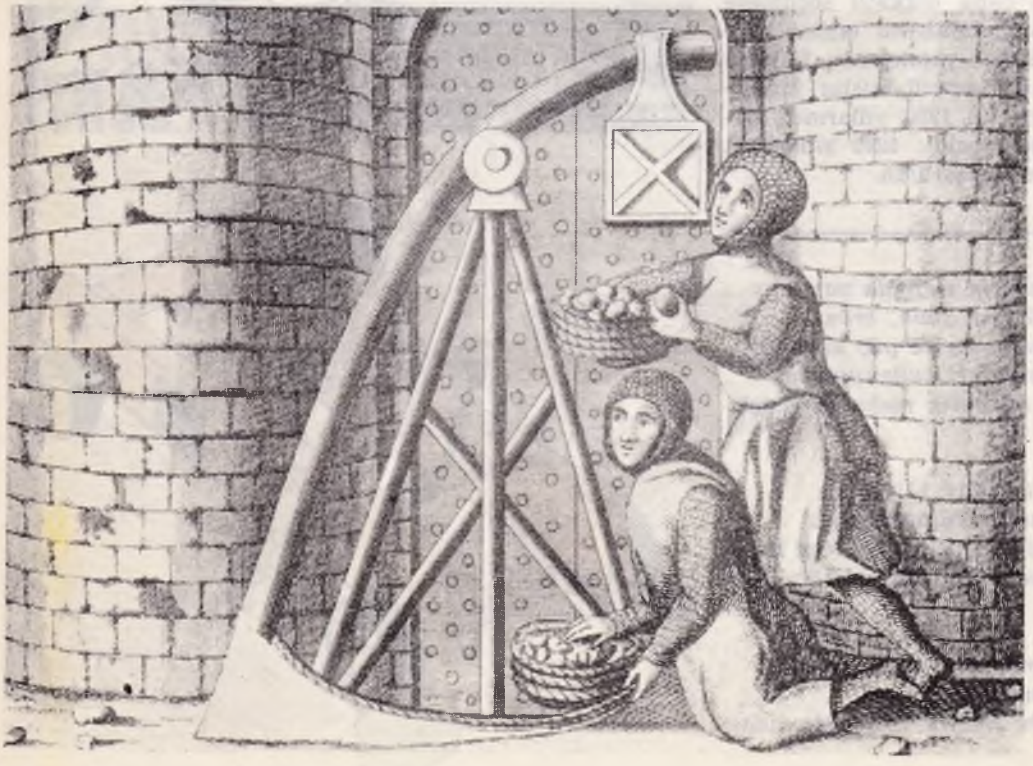


Eski yazılardan alınan bilgilerin ışığında yapılmış bir ok mancınığı. (sağda üstte) Silah, bronzla takviye edilmiş tahtadan yapılmış ve güç kaynağı olarak, bükülmüş hayvan sinirleri kullanılmıştır. Bocurgatla kurulan silah, bir tetik mekanizmasıyla çalışmaktadır.

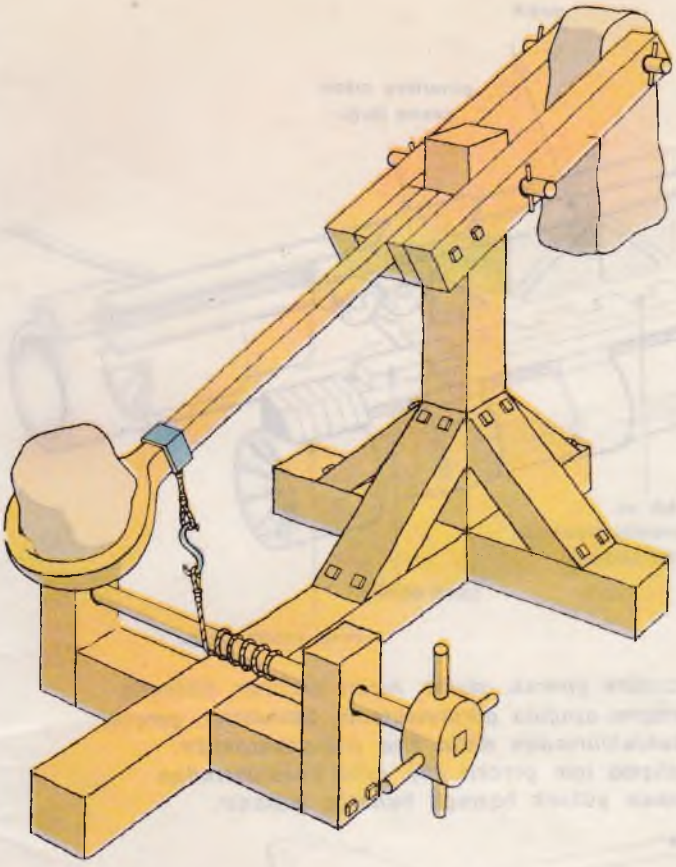
Terazili mancınık. (sağda ortada) 1430'larda Almanya'da Rottweil kalesinin kuşatmasında kullanılan bu mancınıkta, düşen bir ağırlık (içi taş dolu sandık) ve kolun ucuna uzun bir halatla bağlı sapan bulunmaktadır.

Taş atmada kullanılan mangonel. (sağda altta) Üstteki yastık, kolun, çerçeveye çarparak kırılmasını önlemektedir. Bu silahın bazı tiplerinde sapan kullanılmıştır.

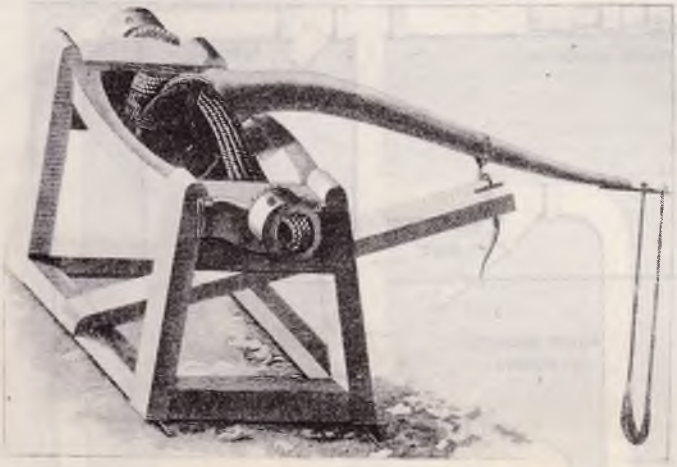




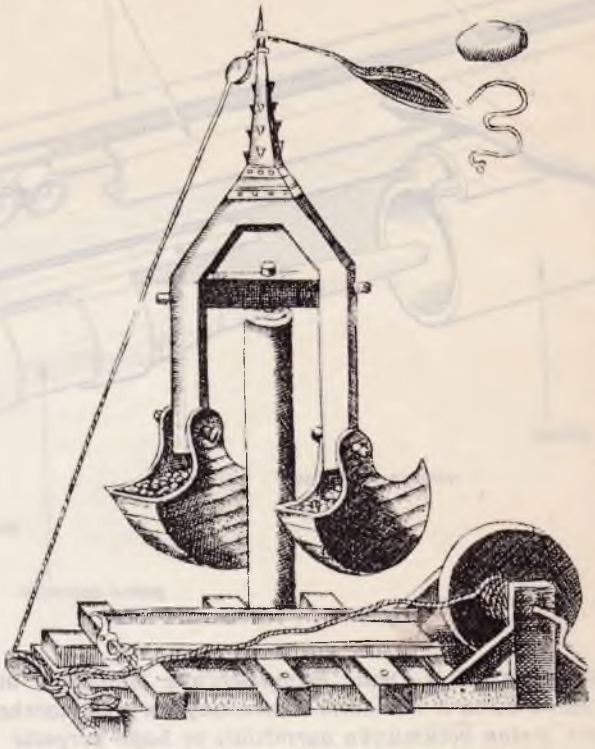
Üç klasik mancınık. (üstte) Resmin üst bölümündeki mancınık, en eski tiplerden biridir. Bir taban üstüne oturtulmuş büyükçe ok atan bir arbalete benzemektedir. Alt sırada soldaki mancınık, saç ya da hayvan sinirlerinden oluşan, burulmuş çilelerle çalışmaktadır. Bu silahta, yay, bir mandalla tutulur. Alt sırada sağdaki mancınıksa, aynı silahın daha büyük bir türüdür.
Küçük bir terazili mancınık. (solda) Bir fildişi oymadan alınmış olan bu resimde, mekanik ayrıntılar belli olmamaktadır, ama atıc. kolun eğikliği, ucundaki ağırlığın etkisini açıkça göstermektedir.



Yalın terazili mancınık, dengesi bozuk bir teraziye benzetilebilir. (üstte) Atma kolunun ucundaki taş gülle, kolun kurularak aşağıya çekilmesiyle atışa hazır hale gelmektedir. Halat bırakılınca, öteki uçtaki ağırlık, aşağı düşüp, gülleyi ya da taşı fırlatmaktadır.



Ucunda sapan olan ve burulmuş saçlarla çalışan bir mangonel. (üstte) Resimde, kurma mekanizmasının görülmemesine karşılık, eğik bir çubuğun bir yarıktan çekilmesiyle çalışan tetik mekanizması belli olmaktadır. Tetik çubuğu, atıcının zarar görmemesi için, bir iple uzaktan çekilmektedir.



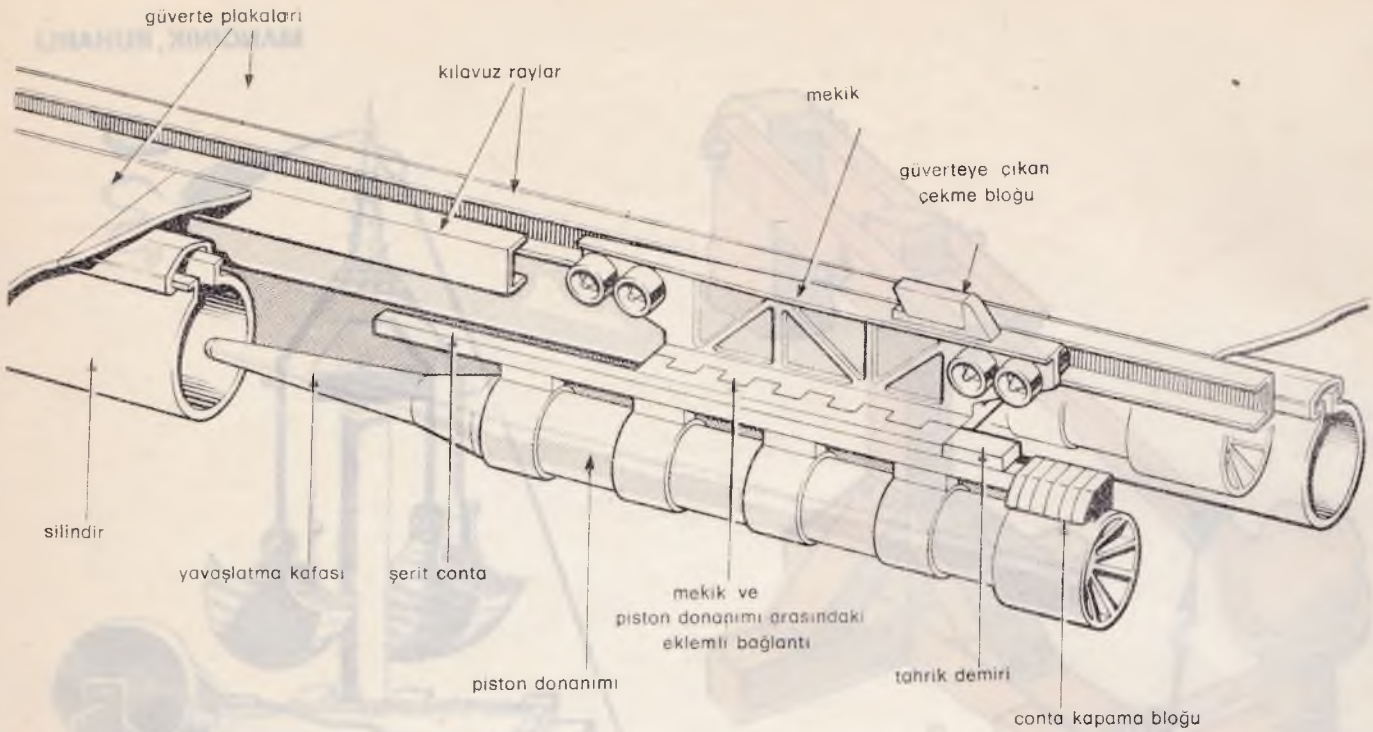
İçi taş dolu iki kovanın dengeleme ağırlığı olarak kullanıldığı terazili mancınık. (üstte) Bu ağırlıklar yerden yüksekte bulunduklarından, atış sırasında zarar görmezler. Resim, 1605 yılında Hollanda'da basılmış bir kitaptan alınmıştır.

Terazili mancınık, 135 kiloluk gülleleri, 275 m'ye kadar isabetli olarak atabiliyordu. Bu silahın ortaya çıkmasıyla kale duvarlarının da daha dayanıklı yapılması zorunlu oldu. Avrupa'da ilk toplar, 1325 yılında kullanılmaya başladı. Ama bunların, mancınığın yerini alması için yaklaşık yüz yıl daha geçmesi gerekti. O tarihten sonra da, mancınık cephanesi olarak kullanılan taş gülleler, bir süre daha ortadan kalkmadı ve top mermisi olarak kullanıldı.

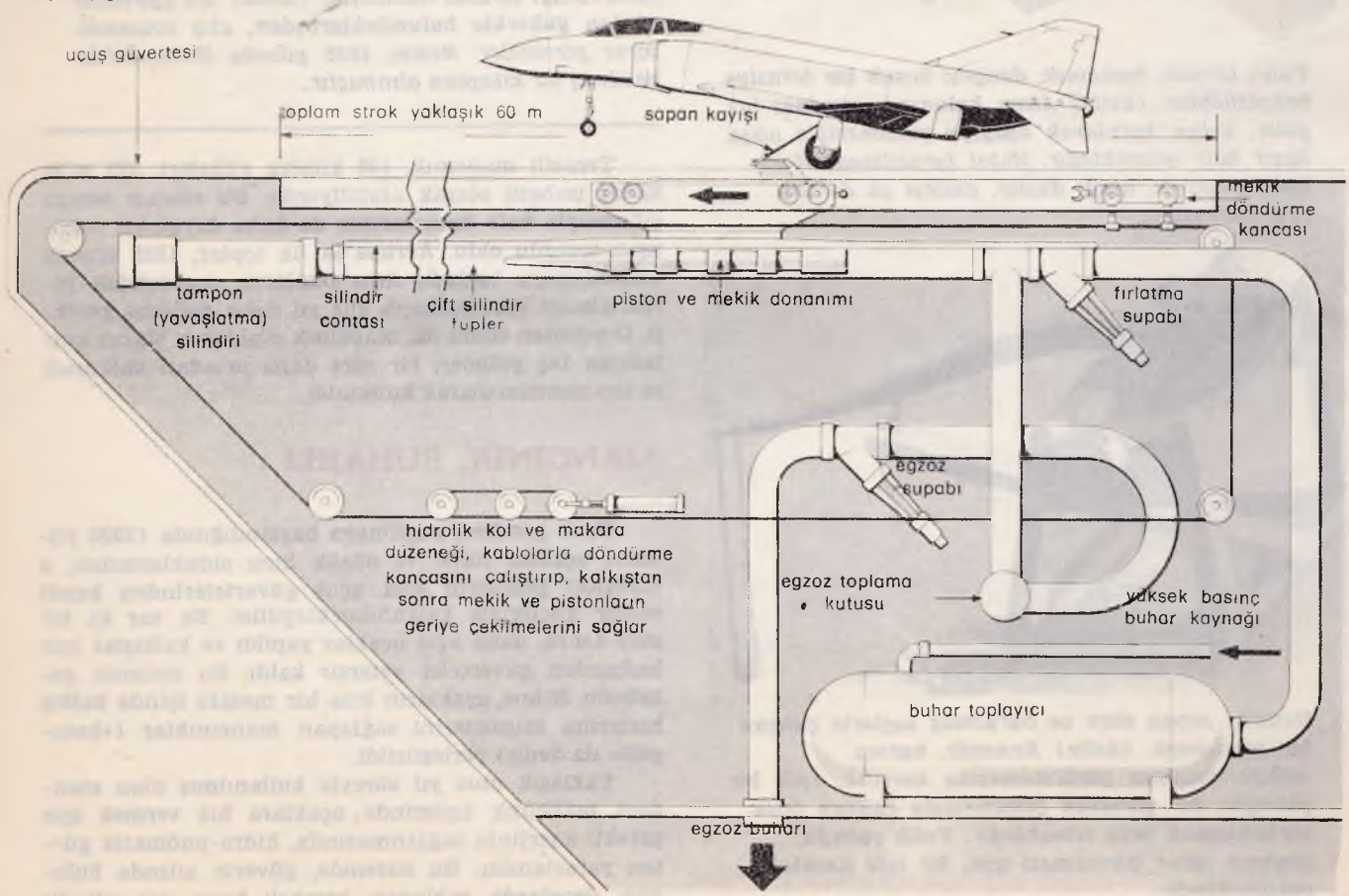
MANCINIK, BUHARLI

Uçak gemileri yapılmaya başlandığında (1920 yılları), uçaklar hafif ve düşük hızlı olduklarından, o zamanki gemilerin kısa uçuş güvertelerinden kendi motor güçleriyle kalkabilmekteydiler. Ne var ki, bir süre sonra, daha ağır uçaklar yapıldı ve kalkışlar için kullanılan güverteler yetersiz kaldı. Bu nedenle, gemilerin önüne, uçakların kısa bir mesafe içinde kalkış hızlarına erişmelerini sağlayan mancınıklar («katapult» da denir) yerleştirildi.

Yaklaşık otuz yıl süreyle kullanılmış olan standart mancınık tiplerinde, uçaklara hız vermek için gerekli enerjinin sağlanmasında, hidro-pnömatik güçten yararlanıldı. Bu sistemde, güverte altında bulunan depolarda saklanan basınçlı hava, bir silindir



İngiliz ve A.B.D. Deniz Kuvvetleri'nde kullanılan bir modern buharlı mancınık. Üstte, sağdan sola hareket eden piston bölümünün ayrıntıları ve bağlı parçalar görülmektedir. Önde bulunan sivri uçlu yavaşlatma kafası, piston hareketinin sonunda, su dolu bir silindire girerek, piston hızını düşürür. Sistemin tamamı aşağıda görülmektedir. Silindirler, gerçek uzunluklarından daha kısa gösterilmişlerdir. Çalışma için gerekli güç, gemi kazanlarından alınan yüksek basınçlı buharla sağlanır.



içindeki pistonu hareket ettirmede kullanılmaktaydı. Pistonun hareketi, bir kablo ve makara sistemiyle uçağa veriliyor ve donatım, kalkıştan sonra, pistona ters yönde uygulanan hidrolik basınçla yeniden çalışmaya hazır duruma getiriliyordu.

İkinci Dünya savaşının sonunda, hidro-pnömatik mancınıkların, o zamanlar geliştirilmekte olan jet motorlu ağır uçakları hızlandırmada yetersiz kalacakları anlaşıldı. Hava pompalama sisteminin karmaşık olmasının ve 7,5 tonu bulan kabloların çok yer kaplamasının yanı sıra, sistemin, uçaklara yeterli hızı kazandırabilmesi çok güçtü. Çözüm yolunu, bir deniz subayı olan C. C. Mitchell buldu. Mitchell'in sisteminde, bir kızak silindir vardı.

Yeni mancınıkta piston, silindirin yanından çıkan bir kolla doğrudan uçağa bağlandığından, kablo ve makaralara gerek kalmıyordu. Ama piston silindir boyunca hareket ettiğinden, kolun hareketini sağlamak için silindire bir yarık açmak gerekiyordu. Bu durum, piston hareketine engel olmadan basınç yitimini önlemek için, silindirin sızdırmazlığını sağlama sorununu ortaya çıkardı. Bu amaçla bir şerit conta geliştirildi. Şerit conta, piston geçerken açılıp, sonra yeniden kapanmaktaydı.

İngiliz Deniz Kuvvetleri'nin ilk Phantom uçağı, HMS Ark Royal uçak gemisinin uçuş güvertesinde, mancınıkla kalkış anında. (üstte) Uçak, kendi motor gücüyle kalkışını sürdürürken, sapan kayışı yerinden çıkmaktadır.

A.B.D. Deniz Kuvvetleri'nin bir Phantom uçağı, kalkıştan önce. (altta) Resimde ucu güverte üstüne çıkmış olan çekme bloğu da görülebilmektedir.

Söz konusu çalışmaların yapıldığı yıllarda, PATLAYICILAR'la itiş gücü teknolojileri de yeni bir değerlendirmeden geçirildi. Yapılan deneyler, buhar gücünün, ötekilerden üstün olduğunu ortaya çıkardı. Ayrıca, buhar gücü, geminin türbinli güç sisteminden alındığından, elde edilmesi için ek çalışma gerekmiyordu.

Buharlı mancınık, deneysel amaçla ilk kez 1949 yılında, İngiliz uçak gemisi *HMS Perseus*'ta kullanıldı. 1953 yılında sistem, İngiliz Deniz Kuvvetleri'nde, eski sistemin yerini aldı. Kısa bir süre sonra A.B.D. Deniz Kuvvetleri'nce de benimsendi.

Donatımların gemiden gemiye bazı farklılıklar göstermesine karşılık, *HMS Ark Royal*'daki mancınık sistemi, tipik bir örnek sayılabilir. Bu gemide bulunan, her biri yaklaşık 60 m boyundaki iki mancınık, gemide kullanılan en ağır uçaklara bile 4g'lik (g = yerçekimi ivmesi = 9,81 m/san^2) bir ivme verebilmektedir.

Her mancınık, geminin boyu yönünde yan yana uzatılmış iki piston ve silindirden oluşur. Pistonlar, ayarlanabilir eklemlerle, ortak bir mekiğe bağlanmıştır. Mekik üstünde bulunan ve güvertenin üstüne çıkan hareketli bir çekme bloğu, bir sapanla pistonların hareketlerini uçağa aktarır. Her silindir içindeki hareketli bölüm, ortak bir şaft üstünde bulunan ve aralarına kolun bağlı olduğu flanş takılmış olan, çift pistondan oluşur. Bu sistem, silindir içindeki şerit contanın, tahrik pistonu geçinceye kadar yerinde kalmasını ve silindirin basınç etkisiyle biçim değiştirmeye uğramamasını, böylece de silindir içindeki basınç yitiminin önlenmesini sağlamaktadır. Silindirin çapı oldukça büyüktür. Şerit contanın kesitiyse, 28 mm × 11 mm kadardır.

Mekik ve pistonlar, hareketlerinin sonunda, geminin baş tarafında bulunan bir tampon silindir tarafından durdurulurlar. Bu tampon silindir, dik olarak değil de, yanlamasına durduğundan, iç duvarlarına sıvı fışkırtan bir püskürtme sistemiyle her zaman dolu tutulmaktadır. Uçağın kalkışından sonra, hidrolik olarak çalışan ve mekiği yakalayıp başlama noktasına çeken bir çubuk yardımıyla, mekik ve pistonlar yeniden kurulurlar.

Mancınığın buhar sisteminde, geminin kazanlarından beslenen büyük depolar bulunur. Buhar, bu depolardan, kalkış anında mancınık silindirlerine verilir. Buhar basıncının ayarlanmasıyla, kalkış hızı, uçakların gereksinimlerine göre değiştirilebilir.

MANEVRA İSTASYONU

Manevra istasyonları, vagonların *manevra yapabilecekleri*, yani vardıkları yerlerde trenden en kısa

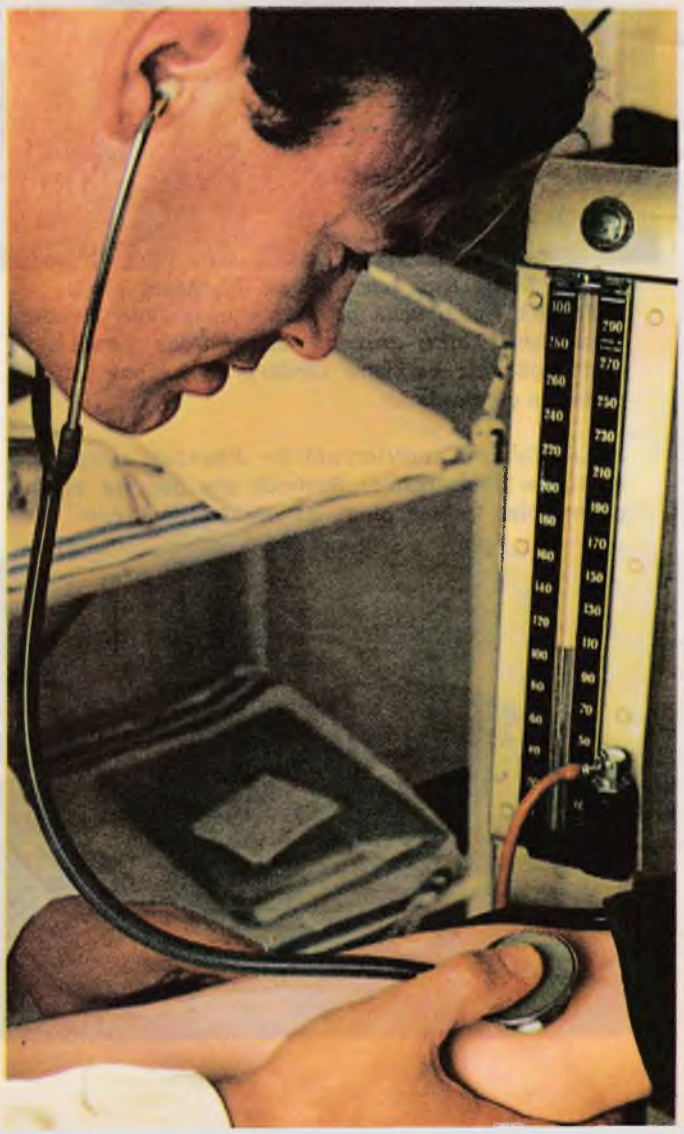
Modern manevra istasyonlarında işaret panoları genellikle yerden yüksekteki kulelere yerleştirilir. Bu denetim kulesi (solda), İngiltere'de Tees istasyonundadır.

zamanda ayrılacak biçimde dizildikleri, demiryolu hattı gruplarıdır. Bu dizme işlemi, yan demiryollarından oluşan gruplarda, «*makasçı*» adı verilen küçük lokomotiflerle gerçekleştirilir. Bu lokomotifler, bir vagon grubunu bir demiryolundan bir başkasına aktararak, istenen sırada dizerler.

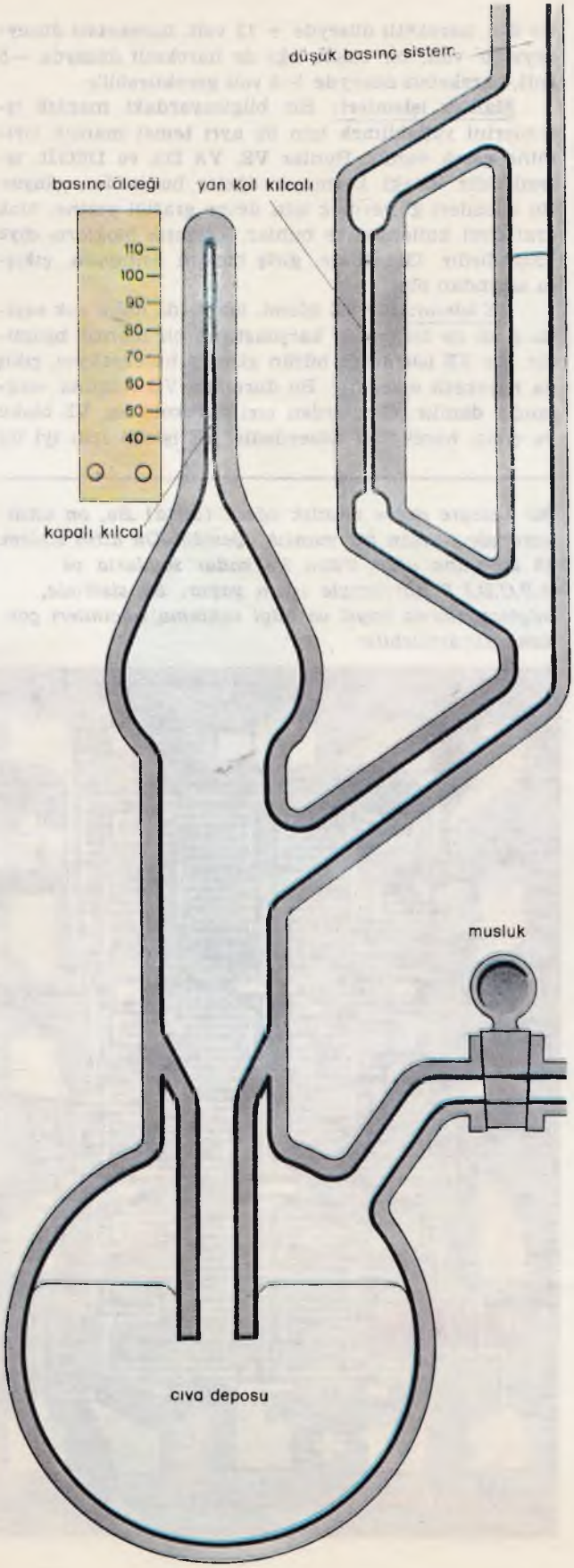
XIX. yüzyılda demiryolu sistemleri karmaşıklaşınca, gerekli sınıflama işinin kapsamı ve hacmi genişledi. Bu durum, manevra istasyonlarında yeni sistemlerin geliştirilmesine yolaçtı. 1859 yılında, demiryolu hatlarında, vagonların sıralanması işleminde eğimlerden yararlanılmaya başlandı. Bir tepeciğin üstüne, bir grup yan demiryolu hattı döşendi. Tepenin eğiminden yararlanılarak, yani yerçekimiyle, vagonlar istenen yöne gönderiliyordu. Vagonları frenlemek içinse, zincirler kullanılıyordu. Doğal eğimlerin bulunmadığı yerlerdeyse, yerçekimi kuvvetinden yararlanabilmek için, yapay tümsekler yapıldı.

MANOMETRE

Manometre, gazların basıncını ölçen bir aygıttır. Yani, bir tür BASINÇÖLÇER'dir. Yalın bir manometre, içi cıvayla doldurulmuş *U* biçimli bir cam borudan oluşur. Borunun uçlarından biri açıktır. İkincisi de, basıncı ölçülecek sisteme bağlanır. Borunun iki kolundaki cıva düzeyi farkı, atmosfer basıncına oranla sistemin içindeki basıncın değerini gösterir. Sözgelimi, sisteme bağlı cıva kolu, havaya açılan cıva kolu-



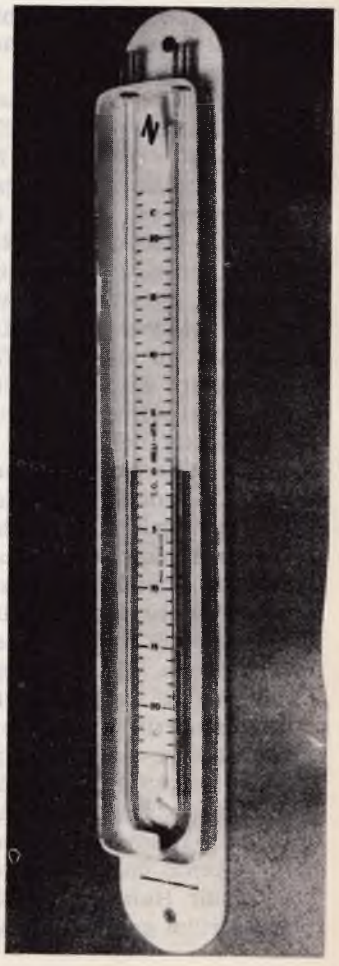
Atardamar kan basıncını (tansiyon) ölçen bir doktor. (sağda) Kolluk, önkoldan geçen atardamarda nabız sesi duyulmayıncaya kadar şişirilir ve o andaki basınç okunur.



nun 10 cm yukarısındaysa ve BAROMETRELER'le ölçülebilen atmosfer basıncı 76 cm cıva sütunuysa, sistem içindeki basınç 66 cm cıva basıncına eşit olacaktır. Özellikle barometre ve manometreler söz konusu olduğunda, basınç, cm cıva sütunu cinsinden ölçülür.

Kullanım alanları: Manometrenin bir başka örneği de, doktorların atardamarlar içindeki kan basıncını ölçmek için kullandıkları *Riva-Rocci tansiyon aygıtı*dır. Manometre, esnek bir tüple, hastanın kolunun üstüne yerleştirilen bir kolluğa bağlanır. Kolluk, küçük bir el pompasıyla şişirilerek, basıncı, önkoldan geçen atardamar içindeki nabız atışını durduracak düzeye çıkarılır. Bu durumda manometredeki cıva düzeyi, atardamar içindeki kan basıncını verir. Damardaki basıncı ölçmede kullanılan başka bir yöntemdeyse, kolluk yerine, şişebilen lastik torbadan yararlanılır. Torbanın üst yüzüne bir cam plaka yerleştirilmiştir. Torba, damar üstüne yerleştirilip, damardan kan geçmeyinceye kadar şişirilir ve manometredeki basınç okunur.

Endüstri ve araştırma dallarında bazı işlemler, çok düşük basınç altında yürütülür. Bu tür yerlerdeki basınç ölçümlerinde *McLeod* manometresi kullanılır. McLeod manometresi, bir milimetre cıva sütununun binde biri düzeyindeki basınçları ölçmek için düzen-



Yağla doldurulmuş yalın bir manometre. (sağda) Basınç, U biçimli borunun kollarında görülen yağ düzeyi farkının, düşey ölçekten okunmasıyla ölçülür. Bu tür manometreler, genellikle yağ yerine cıvayla doldurulur ve basınç okumalarının atmosfer basıncına göre yapılması sağlanır. Aynı araç, kimyasal bir aygıtın farklı bölümleri arasındaki basınç farklarını ölçmede de kullanılabilir. Çok düşük basınçları ölçmede kullanılan McLeod manometresi. (solda) Yan kol kılcalındaki cıva düzeyi, kapalı kılcaldaki cıva düzeyiyle aynı olana kadar, musluk aracılığıyla cıva deposundan hava alınır. Kapalı kılcaldaki cıva düzeyi, basınç ölçeğinden okunur. Bu, düşük basınçlı sistemdeki basıncın ölçüsüdür.

lenmiştir. Bir kapalı devre cıva deposundan oluşur. Cıva dolu depo, cam bir boruyla, bir yandan kılcal borulu, hacmi bilinen bir odacığa, öte yandan da basıncı ölçülecek sisteme bağlanır. Sisteme giden boruya da, bir paralel kılcal boru bağlıdır. Kılcal borudaki cıva düzeyi, cıva deposuna biraz hava doldurularak, kapalı kılcal borudaki yükseklikle aynı düzeye getirilir. O zaman kapalı borudaki cıva yüksekliği, sistemdeki basınç değerini verir.

MANTIK DEVRELERİ

1847 yılında, George Boole ve Augustus de Morgan, mantıksal karşılaştırmaları cebir ifadeleriyle (Bk. MATEMATİK) göstermeyi önerdiler. Yedi yıl sonra Boole, *Laws of Thought* (Düşünce Yasaları) adlı yapıtını yayınladı ve mantığı cebirle ifade etmenin ilk elverişli yöntemini açıkladı. Günümüzde Boole cebiri diye adlandırılan bu sistemde, iki değer vardır: «0»; «1». Bu nedenle, BİLGİSAYAR mantığı uygulamalarına son derece uygundur.

Mantık, aşağı yukarı bilinç dışı olarak, günlük yaşamda karşılaşılan çeşitli durumlara uygulanır. Mantık ilkelerinin uygulanması, problemin çözülmesi için güçlü bir araç sağlar. Aynı biçimde, mantık kuralları-na göre işleyen mantık devreleri kullanımı da, problemlerin otomatik olarak çözülmesine olanak verir. Bu devreler, yalnızca bilgisayarlarda değil, telefon sistemleri, merkezi ısıtma denetimi, otomatik çamaşır makinaları gibi çeşitli yerlerde kullanılır.

Öğeleri: Mantık devrelerinin çoğunda, DİYOT'lara, TRANSİSTÖR'lere, KONDANSATÖR'lere, DİRENÇ öğelerine ve ENTEGRE DEVRELER'e dayanan elektrik devrelerinden yararlanılır. Ama mantık devrelerinin tasarımı, yalnızca elektronik öğelerle sınırlanamaz. İlk HESAP MAKİNALARI bütünüyle mekanikti. İlk bilgisayarlarda da, birçok büro makinasındaki, ASANSÖR denetim sistemindeki ve endüstri denetim sistemlerindeki gibi, RÖLE mantığı kullanıldı. Mantığın ayrı bir dalı da, «FLÜDİK» adı verilen *akışkan mantığı*dır. Bu tür devrelerde, elektrik ya da elektronik sinyal yerine, sıvıların akışı kullanılır.

Mantık devrelerinin en önemli özelliği, birbirine benzeyen ve oldukça yalın olan birçok öğenin bir araya gelmesinden oluşmalarıdır. Büyük bir bilgisayar, bu yalın öğelerin milyonlarcasının bir araya gelmesiyle ortaya çıkar. Söz konusu öğelerin birbirine bağlanması ve sinyallerin zamanlanmasıyla, son derece karmaşık bir sistem yapılabilir.

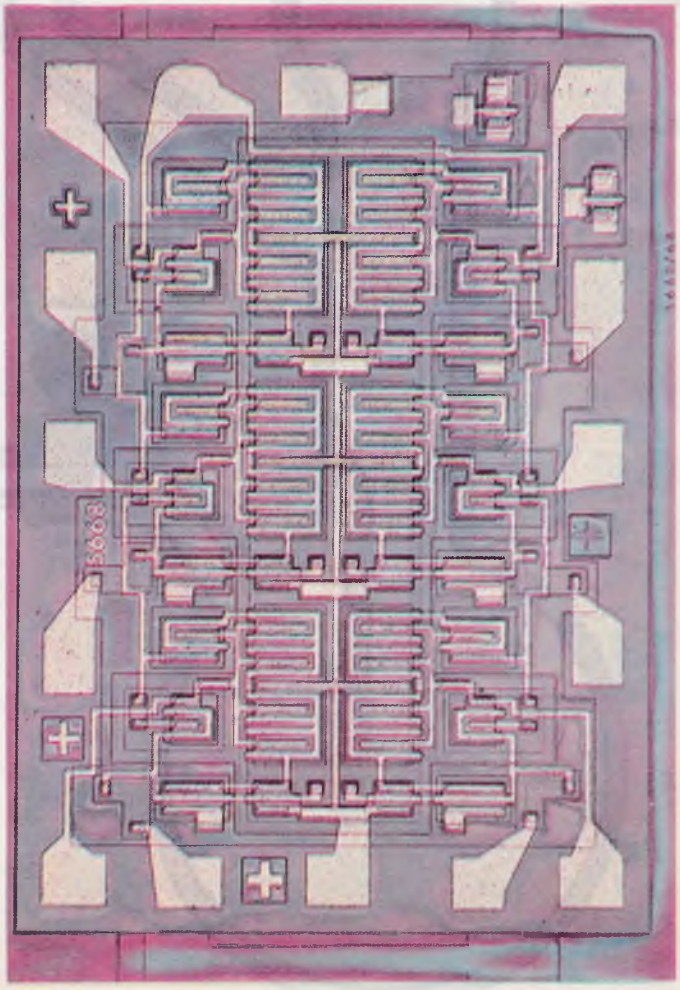
Öğelerin yalınlığını sağlayabilmek için, her devre, yalnızca iki sinyal değeriyle çalışacak biçimde yapılır. Bu iki duruma değişik adlar verilir. Bir durumda «hareketli» ve sinyale «açık», karşıt durumda «hareketsiz» ve sinyale «kapalı» denilebilir. Mantık birimleri çeşitli adlar alır. Sözgelimi, bir röle bobini, «çalışır» ya da «toplar» ve bunun kontakları için «kapalı» ya da «yapıldı» ve «açıldı» ya da «kapandı» denir.

Öğenin doğru işlemesi için, iki ayrı sinyal değeri yeterlidir. Hareketli ve hareketsiz sinyaller için ne kadar gerilim gerektiğini tasarımcılar belirler. Sözgelimi, bir öğe, hareketli düzeyde + 12 volt, hareketsiz düzeydeyse 0 volt, bir başka öğe de hareketli düzeyde —5 volt, hareketsiz düzeyde + 5 volt gerektirebilir.

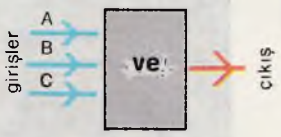
Mantık işlemleri: Bir bilgisayardaki mantık işlemlerini yapabilmek için üç ayrı temel mantık birimine gerek vardır. Bunlar VE, YA DA ve DEĞİL işlemleridir. Öteki karmaşık öğeler bunlardan oluşur. Bu işlemleri göstermek için devre grafiği yerine, blok grafikleri kullanılır ve bunlar, «*mantık blokları*» diye adlandırılır. Genellikle, giriş blokun solundan, çıkışsa sağından olur.

VE işlemi: Bir VE işlemi, bir ya da daha çok sayıda girdi ile bir çıktıyı karşılaştıran bir mantık birimidir. Bir VE işleminde bütün girişler hareketliyse, çıkış da hareketli olacaktır. Bu durumda VE blokuna «sağlandı» denilir. Girişlerden biri hareketsizse, VE bloku ve çıkışı hareketsiz düzeydedir. VE işlemi için iyi bir

Bir entegre devre mantık öğesi. (altta) Bu, on altılı sistemde çalışan bir mantık öğesidir. On altılı sistem, 16 tabanına göre, 0'dan 9'a kadar sayılarla ve A,B,C,D,E,F harfleriyle işlem yapar. Bu sistemle, bilgisayarlarda kayıt ve bilgi saklama hacimleri çok daha küçültülebilir.



benzetme, seri bağlı iki anahtarla denetlenen bir elektrik lambasıdır. Işığın yanması durumunda (hareketli çıkış) iki anahtarın da açık (temasta) olması gerekir. Anahtarlardan biri kapalıysa (temas etmezse) ışık sönecektir (hareketsiz çıkış).

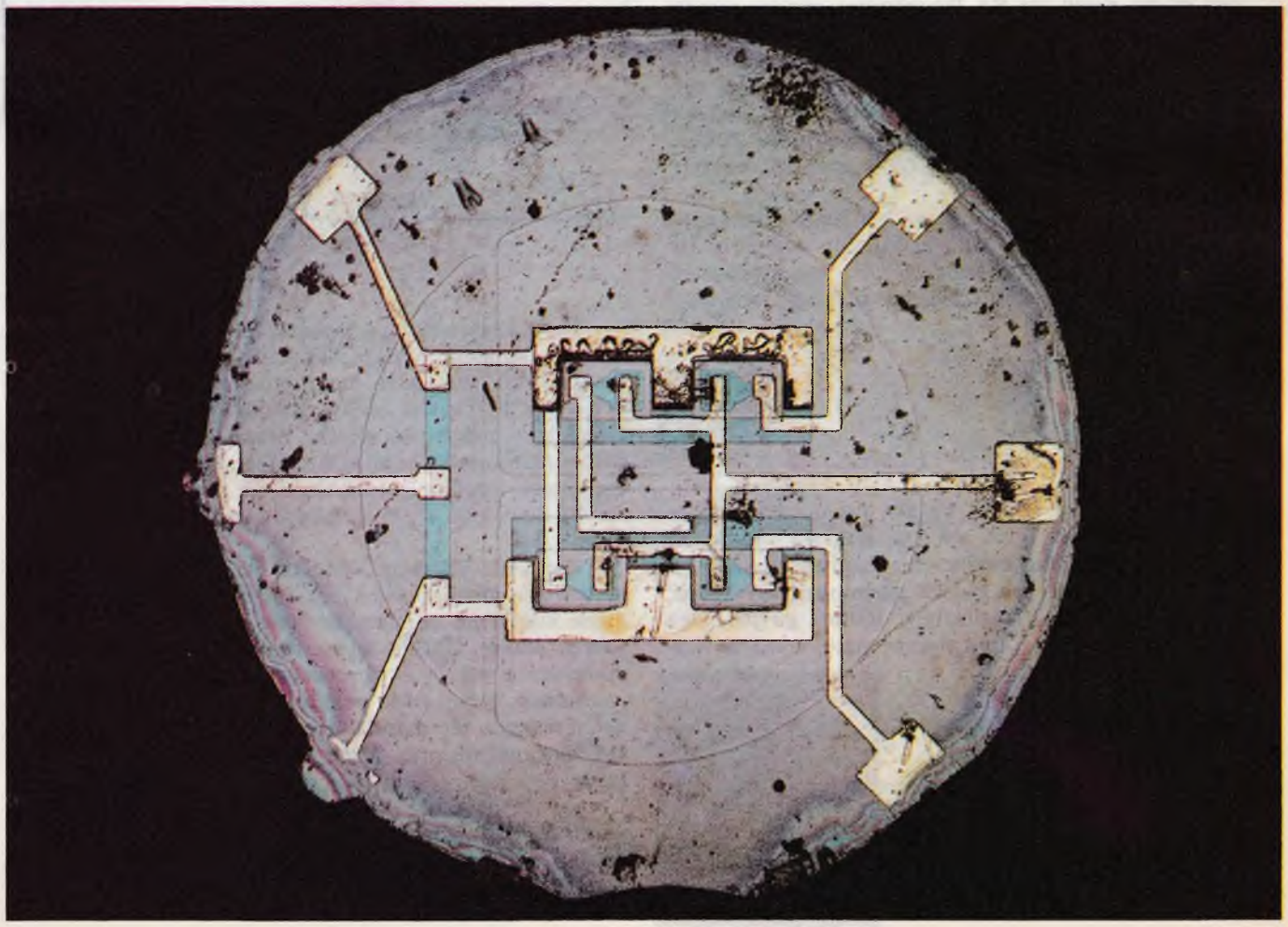


girişler			çıkış
A	B	C	
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Yukardaki mantık bloku, üç girişli bir VE işlemi-

Bir flüdik VE/DEĞİL-VE modülünün parçaları. (üstte)

Bir asansör sisteminin çalışma sırasını denetleyen mantık röleleri panosu. (sağda)
1961'de yapılan bu direnç-transistör mantık öğesi, bilgisayar endüstrisinin ilk tek tabakalı entegre devresidir. (altta)



ni göstermektedir. Mantık blokuna ek olarak, giriş sinyallerinin durumunu ve oluşan çıkışı gösteren bir «doğrulama tablosu» kullanmak yararlı olur. Genellikle hareketsiz düzey 0'la, hareketli düzeyse 1'le gösterilir.

YA DA ve DEĞİL işlemleri: Bir YA DA işlemi, bir ve daha çok sayıda giriş ile bir çıkışı karşılaştırır. Girişlerden biri hareketliyse, çıkış da hareketli olacaktır. VE işleminde olduğu gibi YA DA işlemi için de bir benzetme yapılabilir. Bu kez, paralel bağlı iki anahtarın bir lambayı yakmak için kullanıldığını varsayalım. Anahtarlardan biri çevrildiğinde lamba yanacaktır.

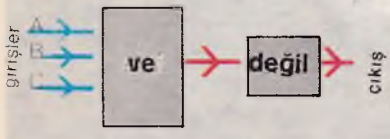
girişler			çıkış	
A	B	C	ya da	dış ya da
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	1	0
1	0	0	1	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	0

Yukardaki çizim mantık blokunu, doğrulama tablosu da üç girişli bir YA DA işlemini göstermektedir. Böyle bir YA DA işleminde herhangi bir giriş hareketli olduğunda, çıkış da hareketlidir. Bununla birlikte, DIŞLAMALI YA DA denilen ikinci bir işlem daha vardır. Bunda, girişlerden herhangi biri (yalnız biri) hareketliyse, çıkış da hareketlidir. Üç girişli bir DIŞLAMALI YA DA da, doğrulama tablosunda gösterilmiştir.

DEĞİL işlemi, bir girişli ve bir çıkışlı bir mantık birimidir. Bu işlem, sinyalin konumunu değiştirir. Giriş hareketliyse çıkış hareketsiz, giriş hareketsizse çıkış hareketlidir. İşlem, «*çevirici*» diye de adlandırılır.

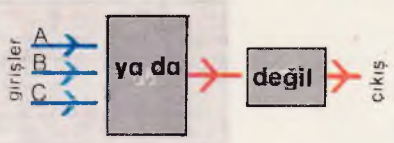
giriş	çıkış
0	1
1	0

DEĞİL-VE ve DEĞİL-YA DA işlemleri: Üç yalın mantık birimiyle (VE, YA DA, DEĞİL) karmaşık mantık birimleri kurulabilir. Bir mantık öğesi, bir DEĞİL işlemini izleyen bir VE işleminden yapılmışsa, sonuç, bir DEĞİL-VE işlemidir. Bunun girişlerinden herhangi biri ya da tümü hareketsizse, çıkışı da hareketsizdir.



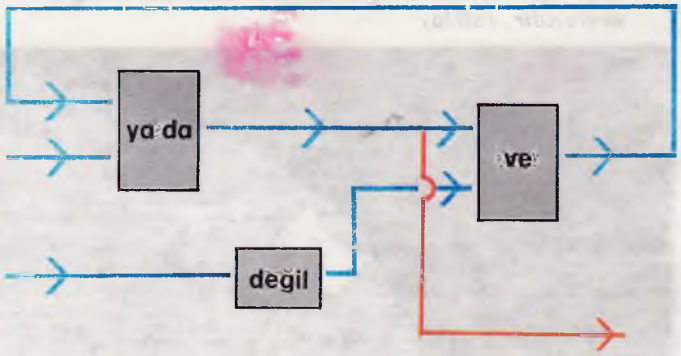
girişler			çıkış
A	B	C	
0	0	0	1
1	0	0	1
0	1	0	1
0	0	1	1
1	1	0	1
0	1	1	1
1	0	1	1
1	1	1	0

Bir YA DA işlemi, bir DEĞİL işleminden sonra geliyorsa, bir DEĞİL-YA DA öğesi elde edilir. Bunun girişlerinden tümü hareketsizse, çıkışı hareketlidir.



girişler			çıkış
A	B	C	
0	0	0	1
1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
1	1	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	0

Mandallar (tetikler): Çok bilinen mantık birimlerinden biri, bir sinyalin «hatırlanması»nı sağlayabilen *mandal*lardır. Bir sinyal geldiğinde mandal açılır ve çıkış hareketli hale gelir. Giriş kalksa bile, çıkış hareketli olmayı sürdürür. Bir mandalın hareketsiz olması için, bir kapama sinyalinin gelmesi gerekir. Bir mandal VE, YA DA ve DEĞİL-YA DA işlemleriyle bağlantılı olarak yapılabilir.

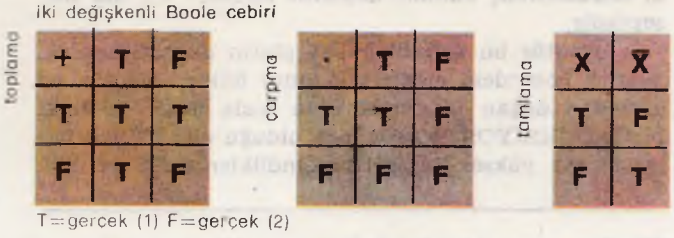


Mantık işlemleri şu biçimde çalışır: Hem açma, hem de kapama hatları hareketliyse, YA DA bloku, «sağlanmaz» ve DEĞİL bloku onun hareketsiz çıkışını hareketli bir çıkışa çevirir. Bu da, VE blokunu «sağlanır» hale getiren bir giriştir. Mandal çıkışı hareketsizdir. Açma hattı hareketli olduğunda, YA DA bloku «sağlanır». Bu, dönüşte hareketli bir mandal çıkışı verir, VE blokunun öteki girişini de «sağlanır» hale getirir.

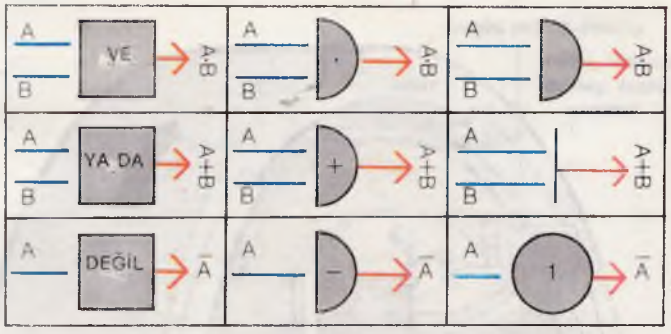
Hareketli VE çıkışı, YA DA blokunu yapılır hale getirir. Bu, devreyi, açma hattı hareketsiz hale geldiğinde bile kendi içinde açık tutar. Kapama hattı hareketli olursa, DEĞİL işlemi, VE blokunun «sağlanmaması»na yolaçacak hareketsiz bir çıkış verir. VE blokundan gelen çıktı, yeniden hareketsiz hale gelir ve hareketsiz bir mandal çıkışı oluşturacak olan YA DA blokuna art arda gelen iki hareketsiz giriş oluşturur.

Bu tür devreler, ilk kez 1919 yılında W. H. Eccles ve F. W. Jordan tarafından tanımlanmıştır. Eccles ve Jordan tarafından yapılan devrelerde, triyot tüpleri, DEĞİL öğesi olarak kullanılmıştır.

Boole cebiri: Mantık devrelerinde iki ayrı seçenek arasındaki ayrımı belirtmede kullanılan iki değişik değer vardır. Bu iki seçenekten birini belirtebilen değişkenlere *mantık değişkeni* ya da *Boole öğesi* denir. Bilgisayar teknolojisinde iki değişken, ikili aritmetiğe dayanan «0» ve «1» simgeleriyle gösterilir.



Boole cebirinde «+» işareti toplama, «·» işareti çarpma, bir simge üstüne çizilen yatay bir çizgi de tamlayanı (sözgelimi «$\bar{X}$») gösterir. Tamlayan, «DEĞİL» diye de adlandırılır. «DEĞİL X» X'in tamlayanıdır. Aşağıdaki tabloda toplamaya, çarpmaya ve tamlayana ilişkin mantıksal işlemler, YA DA, VE ve DEĞİL'le gösterilmektedir.



Boole cebirinin bir uygulama alanı, anahtar devrelerinin çözümlemesidir. Aşağıdaki anahtar problemi, Boole cebiriyle çözülebilir:

Bir merdiven lambası, iki anahtarla denetlenmektedir. Birinci anahtar (*A*) üst katta, ikincisi (*B*) alt kattadır. Bunlardan herhangi biri kullanılarak lambanın açılıp kapanması istenmektedir.

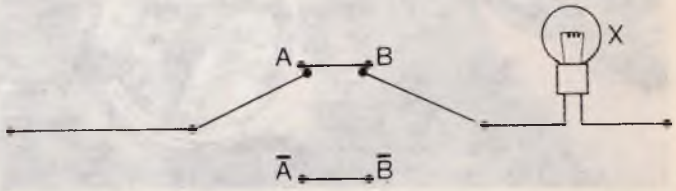
Her anahtarın 0 ve 1'le gösterilen iki konumu vardır. Lambanın açık olduğunu varsayarsak, $X=1$'dir ve iki anahtar da 1 konumundadır. İki anahtardan herhangi birinin durumu değiştirilirse, ışık sönecektir. $A=1$ ve $B=0$ ya da $A=0$ ve $B=1$ olduğunda $X=0$ olur. Tek bir anahtarın yeniden konum değiştirmesinde, ışık gene yanacaktır; $A=0$ ve $B=0$ olduğunda $X=1$ olacaktır.

A, *B* ve *X* için doğrulama tablosu aşağıdadır.

A	B	X
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	1

İşlemin, Boole cebiriyle ifadesini bulmak için, $X=1$'ken tablonun ilk ve son satırları $X=A.B+\bar{A}.\bar{B}$ sonucunu verir.

Bu ifadeyi daha kullanışlı bir biçime sokmak için, toplama yerine YA DA işlemi, çarpma yerine de (*A.B* ve $\bar{A}.\bar{B}$) VE işlemi kullanılır. Aşağıdaki devre çiziminde görüldüğü gibi, ışık, *A* VE *B* açıkken ya da ikisi de kapalıyken ($\bar{A}$ VE $\bar{B}$) yanar.



Bir devre bir cebir ifadesiyle gösterildikten sonra, Boole cebiri kuralları, eşitlik ifadesinin bulunmasında kullanılır. Her eşitlik ifadesi, gerçek bir anahtarlı devreyi tanımlar. Böylece, karmaşık anahtarlı devre düzenlemeleri için, en yalın düzenleme ortaya çıkarılabilir.

MANYETO

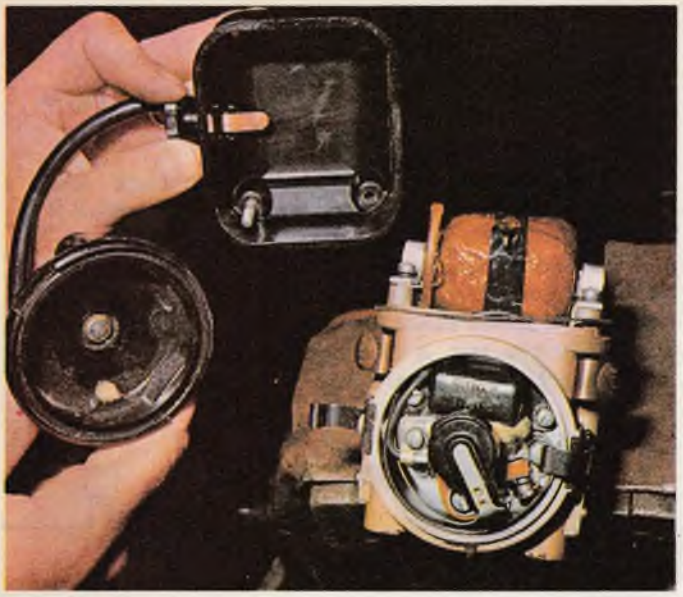
Manyeto (ya da *magneto)*, İÇTEN YANMALI MOTOR'ların kıvılcımla ateşlenmesi için kullanılan bir ateşleme aygıtıdır. Bobinli ATEŞLEME SİSTEMİ'nin birçok özelliğini, bir tek birimde toplar. Doğrudan motor tarafından çalıştırılan manyeto, öteki sistemlerdeki bobinin ve DİSTRİBÜTÖR'ün işlevlerini yerine getirir. Bunlara ek olarak, kendi elektrik enerjisini kendi üretir, böylece, ateşleme sistemine enerji sağlayan AKÜMÜLATÖR gereksinimini ortadan kaldırır.

Günümüzde otomobillerin çoğunda ve birçok motosiklette, akülü ateşleme sistemleri kullanılmaktadır. Bununla birlikte, hafif motosikletlerde, deniz motorlarında (özellikle iki zamanlı motorlarda), pistonlu uçak motorlarında, sabit motorlarda ve çim biçme makinaları ile küçük pompalar gibi düşük güçlü motorlarda, hâlâ manyeto sisteminden yararlanılmaktadır.

Manyetonun başlıca üç türü vardır: *Döner bobinli; döner mıknatıslı; indüktörlü.*

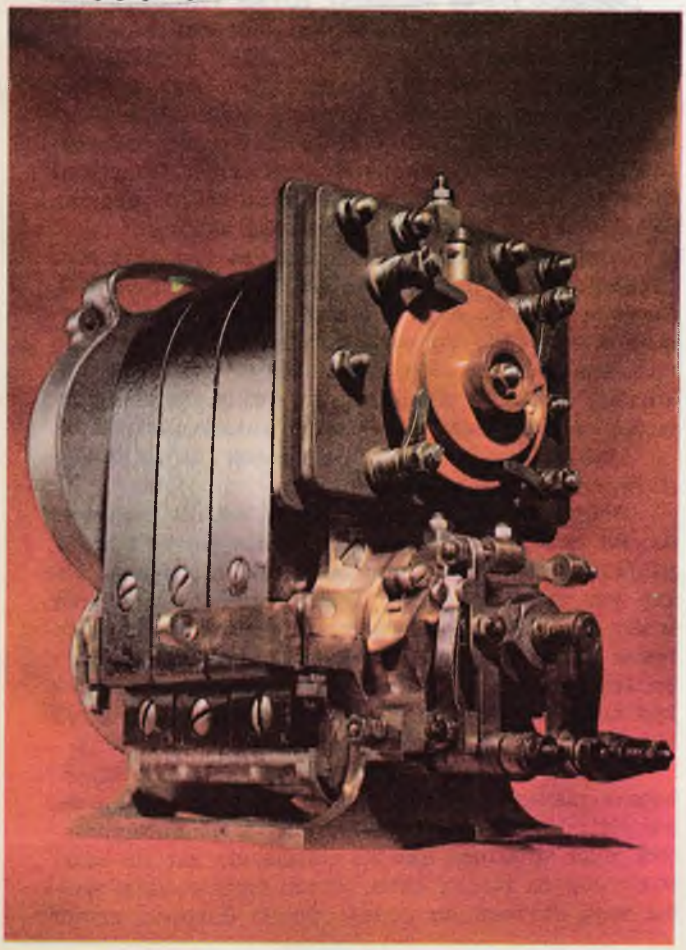
Döner bobinli manyeto: Döner bobinli manyetoda, iki bobinli döner armatür vardır. Birincil bobin, yalıtkanla kaplanmış kalın bakır telden yapılmış birkaç yüz sargıdan oluşur. İkincil bobinse, ince bakır telden binlerce sargıyla yapılır ve birincil bobinin çevresine sarılır. Armatür, bir kalıcı mıknatısın iki kutbu arasında döner. Manyetoda, birincil akımı açmak için bir platin ve yüksek gerilimli ikincil akımı BUJİ'lere vermek için bir distribütör bulunur.

Birincil bobinin bir ucu toprağa, öteki ucu ikincil bobine takılıdır. Birincil bobinin iki ucu arasına da, bir platin ve bir KONDANSATÖR (kıvılcım sıçramasını önler ve ikincil akımın oluşmasına yardım eder) bağlanmıştır. İkincil akım, ikincil bobinin öteki ucuna bağlı bulunan bir pirinç bileziğe dokunan kömür



Bir manyetonun arkası. (üstte) Resimde platinin memeleri ile kondansatör görülmektedir. Memeler açıkken kıvılcım atlaması olmaması için, aralarına kondansatör bağlanmıştır. Bu durum, meme yüzeylerinin aşınmasını azaltır ve ikincil sargıdaki akımın hızla artmasına yardım eder.

Robert Bosch tarafından yapılıp, 1902 model Panhard-Levassor'a takılan eski bir manyeto. (altta) A.B.D'nde bir süre Edison ile birlikte çalışan Bosch, otomobil mühendisliğinde birçok buluş yapmıştır.

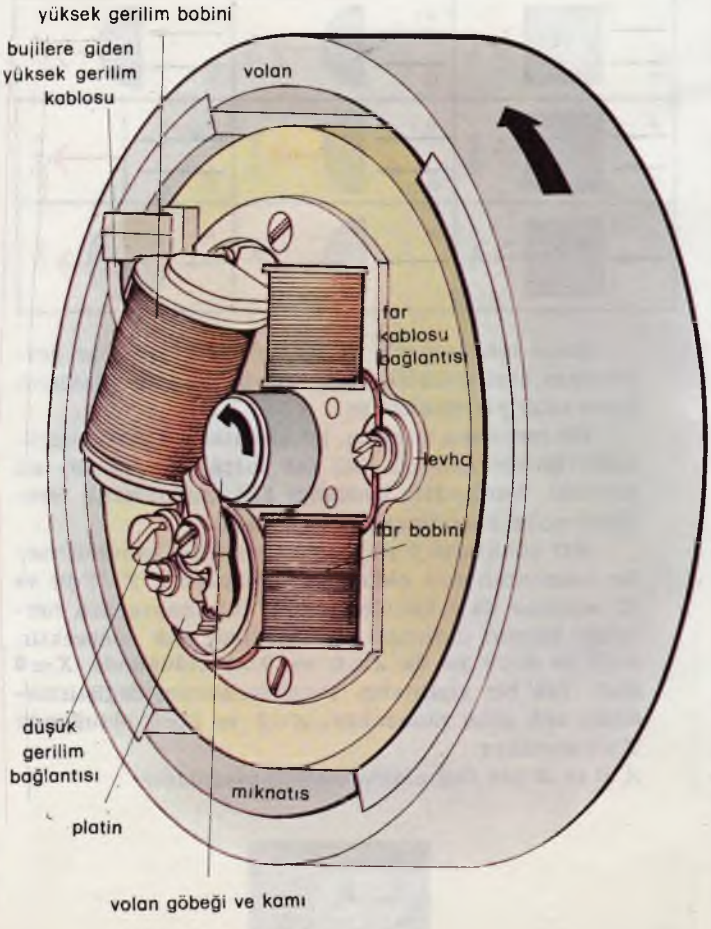


fırça tarafından toplanır.

Armatür dönerken bobinler, mıknatısın kutup parçaları arasındaki magnetik akının içinden geçerler. Platinin kapalı olması durumunda, birincil sargıda bir alternatif akım indüklenir (Bk. ALTERNATÖR; DİNAMO). Bobinler, iki kutup arasındaki akı çizgileriyle 90 derecelik bir açı yaptıklarında, en büyük akım *indüklenir*. Bu noktada bobinlerin içindeki akı sıfırdır; ama akının değişme hızı (bu, herhangi bir andaki indüklenmiş akımın değerini belirler) en üst düzeydedir.

Armatür bu konumdayken, platin devreyi açarak, birincil bobindeki elektrik akımını önler. Böylece, bu akımdan doğan magnetik alan hızla düşer ve tıpkı bir İNDÜKSİYON BOBİNİ'nde olduğu gibi, ikincil bobinde çok yüksek bir gerilim indüklenir. Bu gerilim,

Küçük motosikletlerde kullanılan volanlı manyeto, hem ateşleme, hem de farlar için enerji sağlar. (altta) Mıknatıslar, volanın iç yüzeyine yerleştirilmiştir. Bobinlerse, levhanın üstünde hareketsiz dururlar. Volan dönünce, mıknatıslar, bobinlerde akım indüklerler. Ateşleme bobinindeki birincil devre, bir platin tarafından açılıp kapanır. Bu platin, volan göbeğindeki bir kamla hareket ettirilir.



bilezik ve fırça aracılığıyla distribütöre verilip, oradan gerekli bujiye aktarılır.

Döner mıknatıslı manyeto: Hareketli bobin manyetosunun geliştirilmiş biçimi, döner mıknatıslı türdür. Döner mıknatıslı manyetoda bobinler, bir hareketsiz çekirdeğin çevresine sarılmıştır. Çekirdek de, *U* biçimli bir magnetik alan oluşturan iki kutbun arasına monte edilmiştir. Kutupların arasında, motorun çevirdiği şafta bağlı bir kalıcı mıknatıs döner. Böylece, çekirdekte, değişen bir akı yaratılır ve birincil sargıda bir alternatif akım indüklenir. Alternatif akım platin tarafından engellendiğinde, ikincil bobinde bir yüksek gerilim indüklenir. Bu gerilim, doğrudan distribütöre geçer. Bobinler hareketsiz olduğundan, bileziğe gerek yoktur.

İndüktörlü manyetolar : İndüktörlü manyetoda, hem bobin sistemi, hem de mıknatıs hareketsizdir. Akı değişiklikleri, yumuşak demirden bir indüktörün hareketiyle sağlanır. İndüktörün dört kolu vardır. Magnetik devre bunlarla tamamlanır. İndüktör döndükçe, kollar, magnetik akının içine ve dışına doğru hareket ederek, akı değişikliği yaratırlar. Böylece, birincil bobinde bir akım ortaya çıkar.

Şaft üstündeki bir kamın hareket ettirdiği bir platin, birincil bobindeki akımı keser ve manyetonun ucundaki bir distribütör, ikincil akımı, bujilere dağıtır.

Volanlı manyetolar: İki zamanlı motosiklet motorları gibi birçok küçük motorda, bobinler, bir alüminyum levha üstüne takılmıştır. Mıknatıslarsa, motorun krank milinin sonundaki bir alüminyum volanının üstündedir. Krank mili döndükçe, mıknatıslar, bobinlerin çevresinde dönerek, birincil akımı indüklerler. Birincil akım, levhanın üstünde bulunan ve volanın göbeğine bağlı bir kamla hareket ettirilen bir platin tarafından kesilir. Bu sistemlerde genellikle başka bobinler de bulunur. Ek bobinlerde, motosikletin farları ve kornası için gerekli enerji üretilir.

MARANGOZ TEZGÂHLARI

Ağaç, en eski ve en kullanışlı malzemelerden biridir. Yüzyıllar boyu, mobilya, iç döşeme, araba gibi birçok yararlı ve süsleyici ürünün yapımında kullanılmıştır. Ağaçtan çeşitli sanat yapıtları da yapılır (Bk. AĞAÇ KAPLAMA).

Ağaç işlemek için kullanılan ilk tezgâh, masa bacakları gibi silindir biçimli parçaları yapan TORNA tezgâhıydı. Torna tezgâhı, eskiden iki kişi tarafından çalıştırılır, bunların biri, işlenen parçanın üstünde keskiyi tutar, öteki de bir krankla tornayı çevirirdi. Tornanın aralıklı çalışması istenirse, parçanın çevresine sarılan kaytan, bir pedal aracılığıyla ileri geri çekilirdi. «*Sırık tornası*» denilen bu düzenlemede, kaytanın öteki ucuna, yay biçimli bir ağaç takılırdı. Tek kişiyle aralıksız çalışan tornayı Leonardo da VİNCİ'nin geliştirdiği söylenmektedir. Bu türde, pedal ile krank birleştirilmiştir.

Günümüzde ağaç tornaları, TAKIM TEZGÂHI gibi, elektrikle çalışırlar. Ağaç işleyen bazı tezgâhlar *çok amaçlı*dırlar ve ek parçalar aracılığıyla, birkaç işlevi birden yerine getirebilirler. Bununla birlikte, nitelikli parçalar, özel olarak yapılmış tezgâhlarda işlenir.

Testereler: Testere tezgâhlarının birkaç değişik türü vardır. Bunların en yaygın olanı, *dairesel testere* ya da *tablalı testere*dir. Dairesel testere, bir masa ile altına monte edilmiş bir elektrik motorundan oluşur. Motorun üstünde, çevresinde dişler bulunan yuvarlak testere bıçağının takıldığı bir şaft vardır. Testere bıçağı, masadaki bir yarıktan dışarı uzanır, işlenecek kereste buna doğru itilir ve kesilerek geçer. Tabla yüksekliği ayarlanarak, değişik derinliklerde kesim yapılabilir. Bazı modellerde tabla ya da bıçak, açılı kesimler yapmak için eğimlendirilir. Sözgelimi, doğrama uçları, 45°'lik açıyla kesilip, ikinci bir işleme gerek göstermeksizin birbirine 90° altında bağlanabilir. Tabla testerenin en yaygın türünün, çapı 20,3 cm olan bir bıçağı vardır. Kereste endüstrisinde kullanılan dairesel testere bıçaklarının ölçüleri 40,5 cm ka-

Hassaslığın çok önemli olduğu bir gitar atölyesindeki bir planya. (altta) Giriş yanı, çıkış yanından, rendelenen tahta miktarı kadar alçak tutulmuştur.

dardır. Bıçaklar, bir testere eğesiyle bilenir.

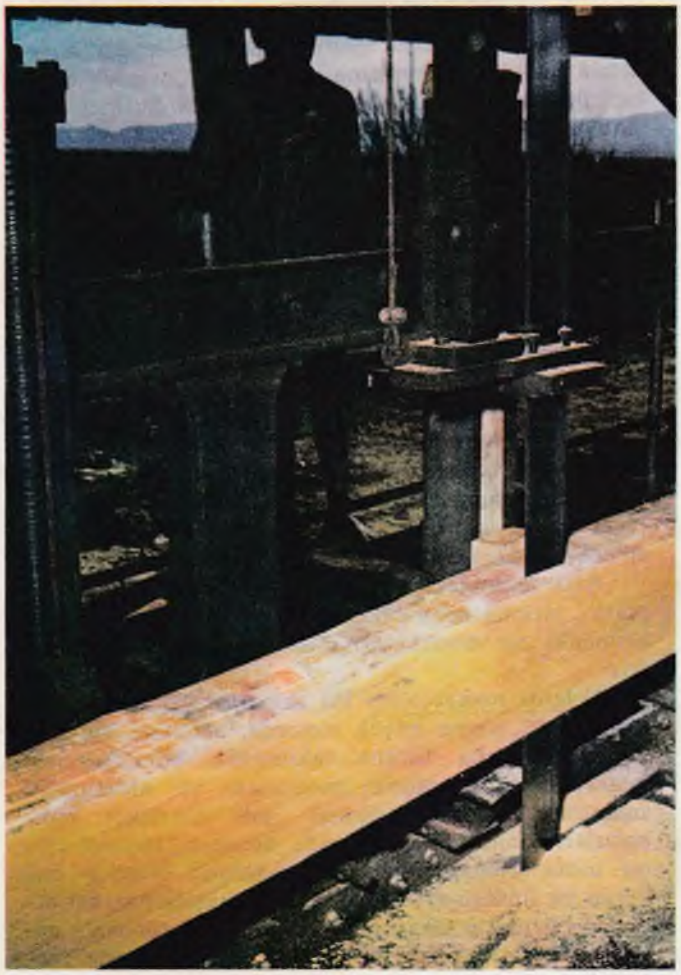
Radyal kollu testere, tablalı testerenin altüst edilmiş bir türüdür. Bunda motor ve bıçak, tabla üstündeki bir kola asılıdır. Kol dairesel bir biçimde çevrilip, her açıda kilitlenebilir. Motor ve bıçak da hem dairesel biçimde çevrilebilir, hem de eğimli bir biçimde herhangi bir konumda kilitlenebilir. Birçok işlemde, doğrama, tablanın üstünde sıkıştırılır ve radyal kol, ya ileri doğru itilir ya da öne doğru çekilir. Ama *oluk açma* durumunda, tablalı testerede olduğu gibi, kol kilitlenir ve kereste, dönen bıçağa doğru itilir.

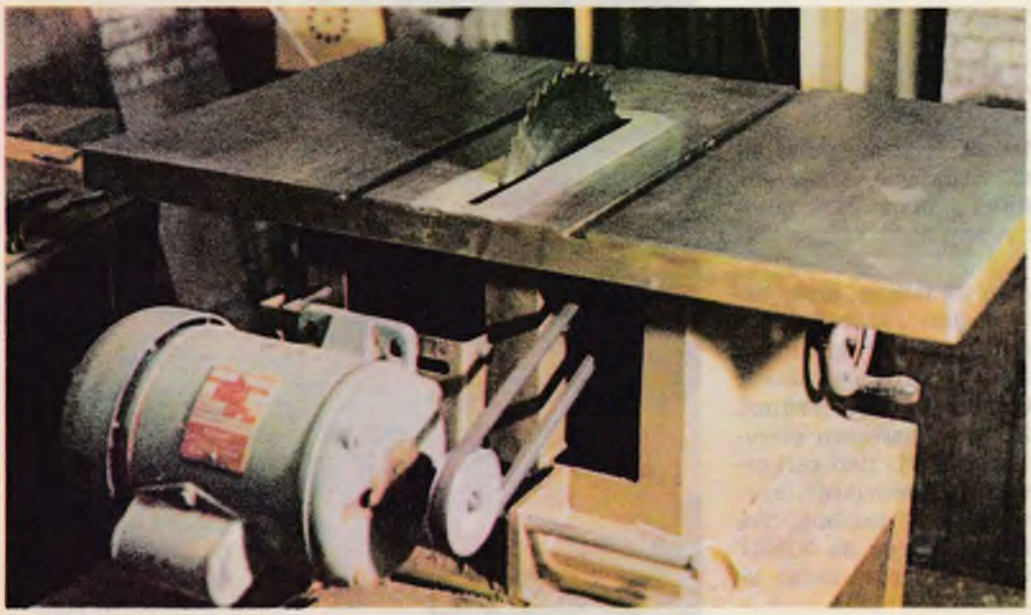
Hem tablalı testerede, hem de radyal kollu testerede *ayna*lar vardır. Bunlar, ayarlanmakta ve tahtanın bıçağa doğru düz bir çizgide gitmesini sağlamak için kilitlenebilmektedir. İki tezgâh da, iki testere bıçağının birbirine yakın monte edilmesine elverişlidir. Oluklar ve izler böyle açılır. Daha büyük modellerde, üstünde birer bıçak bulunan iki kol vardır; biri kullanılırken ikincisi çalışma alanı dışında kalır.

*Şerit testere*de uzun ve esnek bir şeride benzeyen bıçak kullanılır. Şerit bıçak, tezgâhın altında ve üstünde bulunan iki kasnağı dolaşır ve tablanın tam ortasından geçer. Şerit testere, her kalınlıktaki kerestede eğri kesimler yapabilir. Bu tür testere, kalasların kenarlarından ince şerit kesmede de kullanılır. Kasnakların ölçüleri, atölyelerde kullanılan 36 cm'den, kereste fabrikalarında kullanılan 2 m'ye kadar değişir. Kereste fabrikalarındaki şerit testere bıçaklarının iki yanında da dişler olabilir. Böylece, kütükler bir ileri bir geri çekilerek, iki yönde de kesilir. Söz konusu bıçaklar, 40 cm genişliğinde ve 15 m uzunluğundadır. Şerit testere, metal malzeme için de kullanılabilir. Bu tür testerelerin bıçağı, daha küçük ve daha sert dişlidir. Ayrıca metal kesimi daha yavaş gerçekleştirilir.

Oyma testeresi içte ya da dışta yapılan karmaşık oyma işleri için kullanılır. Bıçak, tablanın altından, aşağıdan yukarı doğru hareket eder. Dairesel testerelerin ve oyma testerelerin, amatörler için yapılmış, taşınabilir modelleri de vardır.

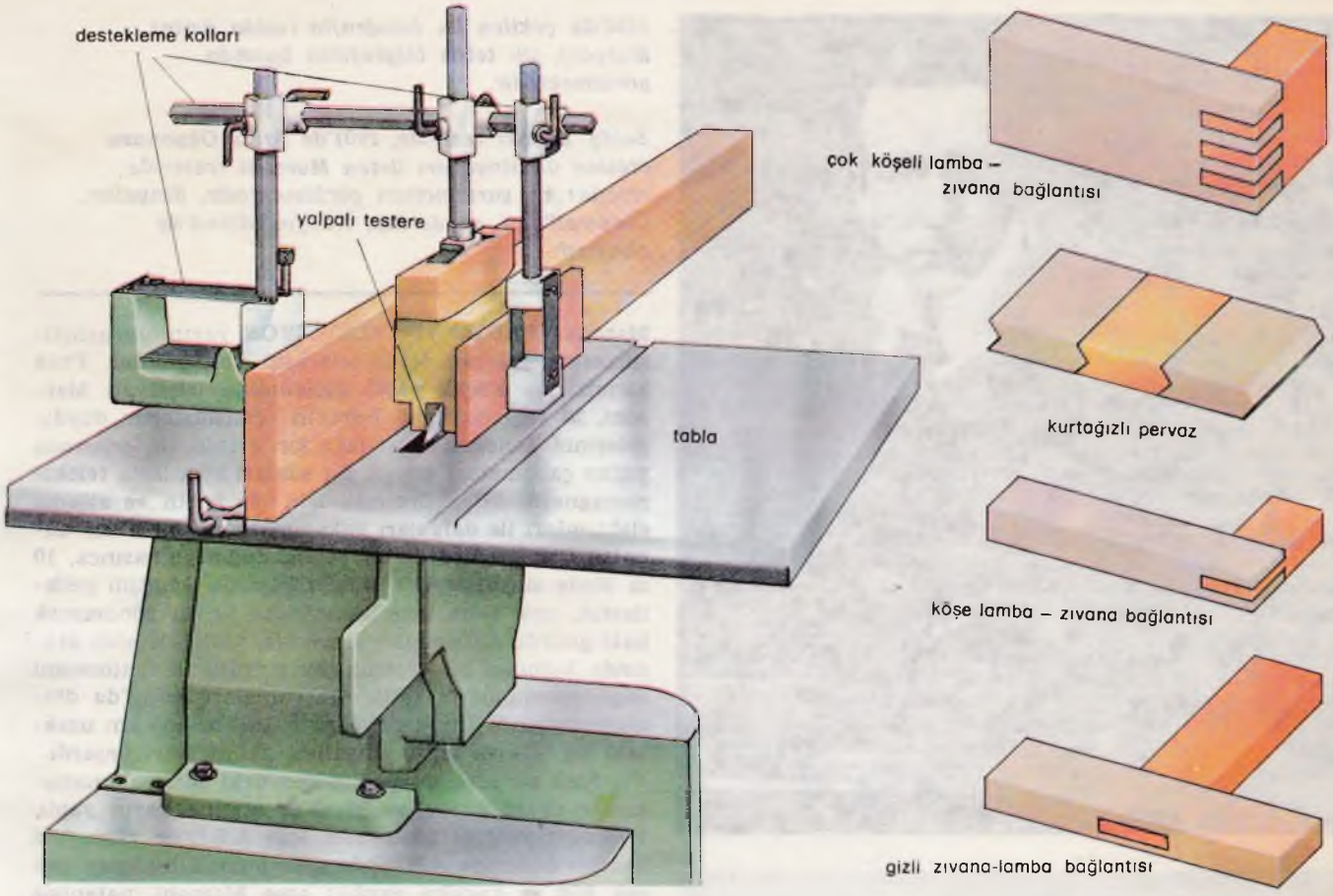
Planyalar: Planya, eşit kalınlığa getirmek için





Bir tropikal ağaç kerestesinin Madagaskar'daki bir atölyede kesilmesi. (üstte) Bu bir şerit testeredir. Resmin üst köşesinde, sonsuz bıçağın döndüğü kasnaklardan birinin kenarı görülmektedir. Daha az değerli ağaçlar, daha hızlı olan hızarlarda işlenir.

Tablalı testere. (solda) Bıçağın iki yanındaki oluklar, ağacın testereden geçerken düz gitmesini sağlayan «ayna»ların yerleştirilmesine yarar.



Tablalı testere. (üstte) Yalpalı testere, testere bıçağının çevresine takılan bir dizi inceltilmiş puldan oluşur. 4 cm genişliğe kadar oluklar açar. Destekleme kolları, işlenen doğramayı tutmada fazladan bir denge sağlar. Bir başka ek parça, iki ayrı parçanın birlikte kesilmesini ve böylece birbirlerine tam uymalarını sağlar.

ağaç parçalarını rendelemede kullanılır. Üç ya da daha çok sayıda kesici ağzı bulunan yatay silindir biçimli bir bıçağı ve yüksekliği ayarlanabilen bir tablası vardır. Kullanılan bıçak genişlikleri 45 cm - 1,3 m arasında değişir. Endüstri alanında kullanılan modeller, kerestenin dört kenarını birden rendeleyecek biçimdedir.

Profil ve oluk tezgâhları: Profil tezgâhları, oymalı kenarlar, resim çerçeveleri, tahta kalıplar, vb'ni kesmek için kullanılır. Tabladan çıkarak dönen ve istenen profili veren kesici bıçakları taşıyan bir mili vardır. Oluk tezgâhları ya da frezeler, profil tezgâhlarının ters dönmüş türüdür. Mil, tablanın üstüne asılıdır. Bu tezgâhlar tahta çanakların içini oymak, iskemlelerin arkalarını kesmek gibi işlerde kullanılır. Taşınabilir frezeler de vardır.

Zıvana tezgâhı: *Zıvana*, kare köşeli bir yarık, *lamba*ysa, buna uyan kare köşeli bir çıkıntıdır.

Zıvana tezgâhı, kare biçiminde içi boş bir keskidir. İçinde bir delici takım vardır. Takım, önce istenen kare biçimi genişliğinde bir delik açar. Ardından keski, köşeleri boşaltır. Zıvana açan aygıt, yatay ya da dikey olarak monte edilebilir. Seri üretim için lamba tezgâhları da yapılır.

Matkaplar: Delikleri açmada genellikle, taşınabilir elektrikli MATKAP'tan yararlanılır: ama seri üretimde ya da mobilyadaki *kavela* yerlerini delmede, *delme tezgâhı* kullanılır. Bu tezgâh, metal delen radyal matkaba benzer. Dikey bir mili, yüksekliği ayarlanabilen bir tablası ve işlenecek parçayı tablaya bağlamaya yarayan bir bölümü vardır. Seri üretimde, delme tezgâhları otomatik olarak çalıştırılabilir.

Zımpara makinaları: Zımpara makinaları, genellikle, zımpara kağıdı takılmış disklerden ya da kayışlardan oluşan, taşınabilir aygıtlardır. Tablalarına ve malafalarına zımpara kağıdı takılmış tezgâhlar da vardır. *Orbital* zımparalarda küçük bir dairesel iz üstünde salınan dikdörtgen bir zımpara düzlemi bulunur. Son zımparayı bunlarla bitirmek yararlıdır; çünkü ileri geri hareketleri, döner hareketli zımparada olduğu gibi iz bırakmaz.

MARCONİ, GUGLİELMO (1874-1937)

İtalya'nın Bologna kentinde doğan Guglielmo

1896'da çekilen bu fotoğrafta (solda üstte) Marconi, ilk telsiz telgrafının başında görülmektedir.

Solda alttaki resimde, 1901'de Atlas Okyanusu ötesine ilk sinyalleri ileten Marconi (resimde ortada) ve yardımcıları görülmektedir. Sinyaller, Cornwall'dan gönderilip, Newfoundland'de alınmıştı.

Marconi, RADYO ve TELEVİZYON yayınının geliştirilmesine yolaçan telsiz telgrafın bulucusudur. Fizik konularıyla küçük yaşta ilgilenmeye başlayan Marconi, 20 yaşındayken Hertz'in çalışmalarını duydu. Ailesinin Bologna dışındaki kır evinin iki odasında yoğun çalışmalara girişti. Bu odaları aygıtlarla (elektromagnetik dalga üretmek için bir bobin ve atlama elektrotları ile dalgaları yakalamak için bir alıcı) donattı. Çok geçmeden, bir odada düğmeye basınca, 10 m ötede sinyal sesleri almayı başardı. Aygıtını geliştirerek, çok daha uzak mesafelere sinyal gönderecek hale getirdi. Çalışmaları sırasında, verici ile alıcı arasında bulunan bir tepenin, bu sinyallerin iletilmesini engellemediğini farketti. Araştırmaları İtalya'da desteklenmeyince İngiltere'ye gitti. 1897'de 150 km uzaktaki bir alıcıya telsiz sinyalleri göndermeyi başardı.

Kısa bir süre sonra İngiltere'deki bazı yakınlarıyla bir şirket kurdu ve Manş'ın ötesine yayın yaptı. 1899'da tekniğini göstermek için A.B.D'ne gitti (söz konusu dönemde A.B.D'nde aynı buluşla ilgilenen pek çok kişi ve kuruluş vardı); ama Marconi, patentsiz olan buluşunu açıklamak istemediğinden, sonuç başarılı olamadı. Marconi'nin amacı, Atlas Okyanusu'nun iki kıyısı arasında haberleşmeyi sağlamaktı. Aygıtlarının her iki kıyıda da fırtınalardan zarar görmesine karşın yılmadı. Cornwall'daki aygıtı yeniden yapıldı. Alıcıysa Newfoundland'den uçurulan bir uçurtmaya bağlandı. 1901'de istenen sonuç elde edildi. O dönemde telsiz haberleşmesinin temelini oluşturan Mors alfabesinde «S» harfinin karşılığı olan üç nokta, Atlas Okyanusu'nun ötesine iletildi.

Marconi, telsizi yaygınlaştırmaya da uğraştı. *Titanic, Montrose* gibi gemilere ve başka pek çok yere telsizlerin monte edildiğini gördü. 1937'de, 63 yaşında öldüğünde, dünya onu yalın, ama etkili bir biçimde andı: Dünyanın çeşitli yerlerinde radyo yayını iki dakika süreyle kesildi.

MAREY, ETİENNE JULES (1830-1904)

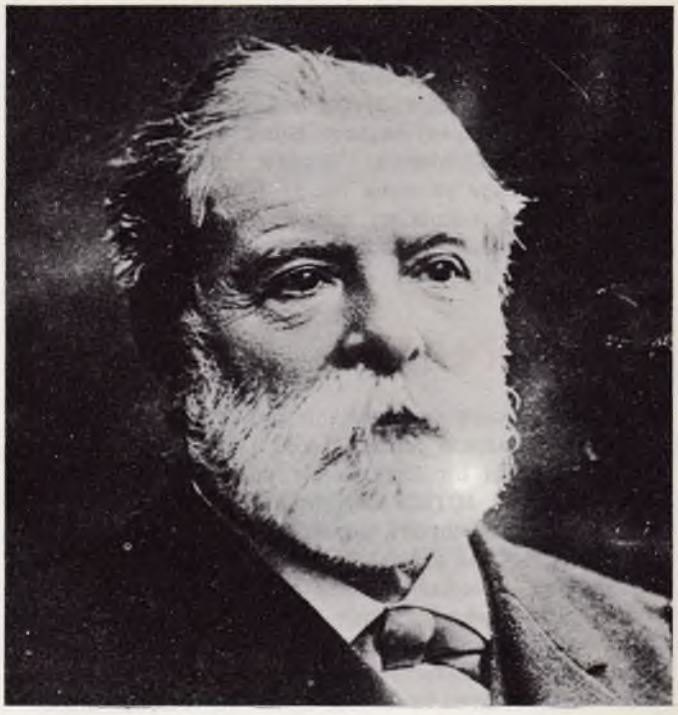
Dr. Etienne Marey, tıp bilgisi ile mekaniğe duyduğu ilgiyi birleştirip, fizyolojik olayların incelenmesine yarayan birçok aygıt geliştirmiştir. Ayrıca, gözle görülmeyen hareketlerin fotoğrafla saptanabileceğini düşünmüş ve ilk KAMERA örneği sayılabilecek olan bilimsel bir ölçü aygıtı yapmıştır.

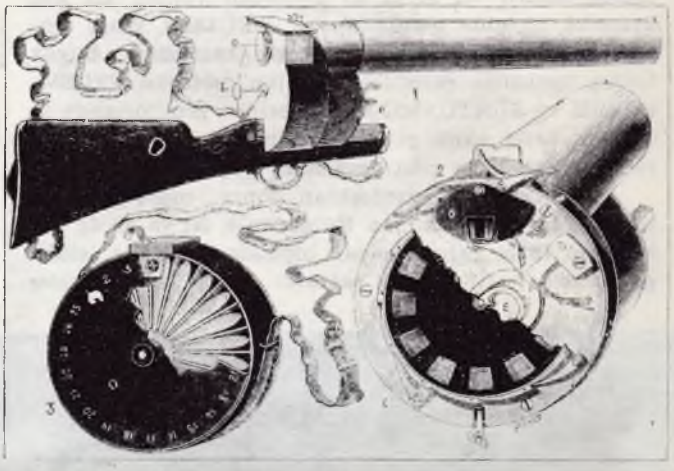
Marey, Fransa'nın Bourgogne yöresinde, Beaune'da doğdu. Babası şarap tüccarı, annesiyse öğretmendi. Paris'te tıp öğrenimi gördü. Mezun olduktan

sonra, hastalıkların teşhisine yarayan ölçme aygıtları geliştirmeye başladı. İlk aygıtı, 1860'ta yayınlanan bilimsel bir yazıda anlattığı bir *nabızölçer*dir. Bu aygıt, insanın kalp atışlarını sayıp bir döner cam disk üstüne kaydediyordu. Marey daha sonra, arı ve güvercinlerin kanat hareketlerini, at ve insanlarınsa ayak hareketlerini ölçmeye çalıştı. Atların ayak hareketlerinin incelenmesi için, her toynağın içine, bir lastik top yerleştiriliyor, bu toplardan çıkan lastik borular, hava basıncındaki değişiklikleri, binicinin elindeki kayıt kağıdına iletiyordu.

1881'de Marey, Eadweard Muybridge'e çalışmalarını sergilemede yardımcı oldu. Muybridge'in elde ettiği sonuçlardan, hareketi kaydetme sorununun fotoğrafla çözülebileceğini anladı. Ne var ki Marey, Muybridge gibi birçok kamera değil, bir tek kamera kullandı. 1882'de yaptığı «*fotoğraf tüfeği*» saniyede on iki resim çekebiliyor, bir posta pulu büyüklüğündeki görüntüler, daire biçimli bir cam fotoğraf plakası kenarına sıralanıyordu. Bu aygıt, yaklaşık on yıl önce, gökbilimci Pierre Jules Cesar Janssen (1824-1907) tarafından, yıldızların hareketini saptamak için kullanılan diskin geliştirilmiş bir biçimiydi: Janssen'in aygıtı, yetmiş saniyede yalnızca tek poz çekebiliyor ve hareketin görüntüsünü yaratamıyordu.

Marey'in tüfeğindeki cam plaka, «fotoğraf tüfe-

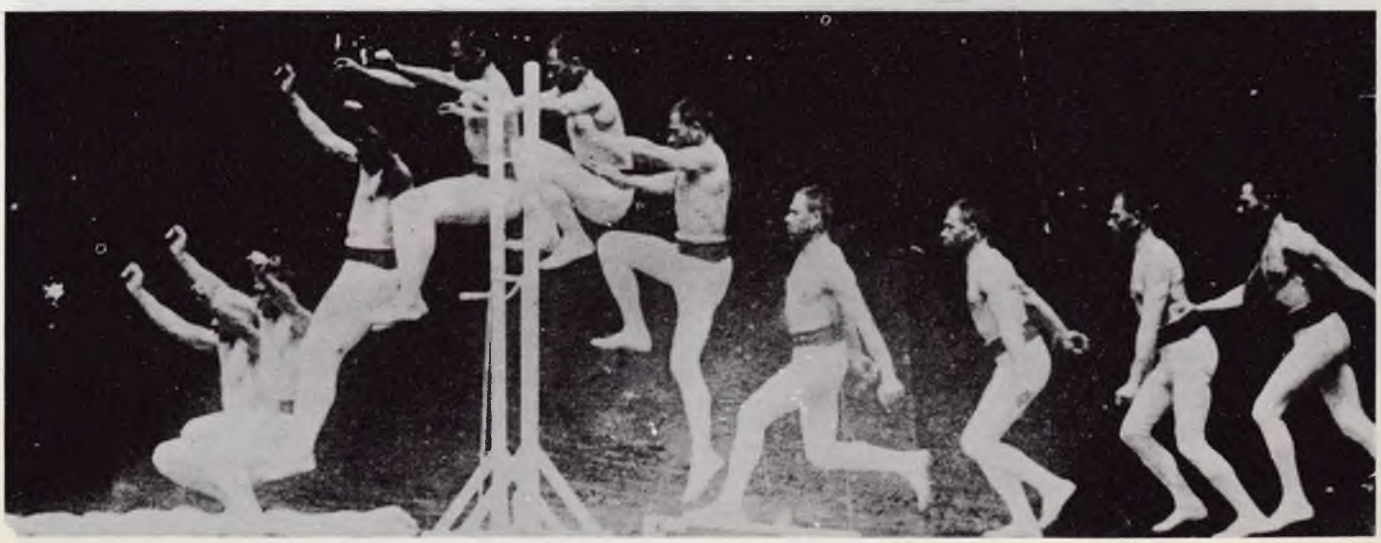




Sinema makinasının bulucusu olarak tanınmamasına karşın, Dr. Etienne Marey (sağda üstte), hareketin bilimsel olarak incelemesini sağlayan ilk sinema filmlerini geliştirmiş kişidir.

Marey, 1882'de, hareket halindeki nesnelerin fotoğrafının çekilmesini sağlayan «fotoğraf tüfeği»ni (sağda altta) buldu. Fotoğraf tüfeğinde döner film haznesi vardı.

Fotoğraf tüfeğiyle yetinmeyen Marey, «kronofotograf»ı da geliştirdi. (altta) Bu, bilimsel çalışma amacıyla çeşitli hareketleri kaydeden ilk sinema makinasıydı.



ği»ni ağırlaştırıp yavaşlatıyor, resimlerin de çok küçük olmasına yolaçıyordu. George Eastman 1885'te jelatinli film yapınca, Marey saniyede, her biri 9 cm² olan 60 poz çekmeyi başardı. Bunlar, ilk gerçek sinema makinası filmleriydi: Sürekli hareket eden film, objektif önünde yalnızca bir an için duruyordu. Marey'in sinema teknikleri konusunda yaptığı deneyler arasında, yavaş hareketleri hızlandırmak için kullanılan, yavaş alıp hızlı oynatma tekniği de sayılabilir.

MARŞ MOTORU

Marş motoru (starter), bir motorun krank milini, hareketsiz halden, motorun kendi kendine çalışmayı sürdürebileceği bir hıza kadar döndürmeye yarayan bir makinadır. İÇTEN YANMALI MOTORLAR'da kullanılan marş motorları, genellikle aküyle çalışan doğru akımlı elektrik motorlarıdır. Güçleri, 0,5 BG'ile (MOTOSİKLET motorlarında), 15 BG (büyük DİZEL MOTORU'nda) arasında değişir.

Kullanılan motorlar *seri sargılı* ve *hızlı kalkışlı*dır. Yani, rotor ile statorun sargıları, elektrik bakımından seri bağlanmıştır ve motor, kısa bir zaman aralığı içinde, belirli bir sıcaklığı aşmadan yüksek bir güç üretecek biçimde planlanmıştır. Seri sargı, marş motoruna büyük bir kalkış momenti kazandırır. Büyük kalkış momenti, çalıştırılacak olan motorun EYLEMSİZLİK ve SÜRTÜNME kuvvetlerinin yenilmesinde ve aküden fazla akım çekilmeden motorun kısa bir sürede gerekli hıza çıkarılmasında büyük önem taşır.

Asıl motor çalıştırıldıktan sonra, marş motorunun hiç bir işlevi kalmaz. Bu nedenle, iki ya da üç dakikadan fazla çalışmayacak biçimde yapılarak, elden geldiğince hafif olması sağlanır. Daha uzun süreler için güç vermesi istenen marş motorlarının, fazla ısınmayı önlemek için, daha büyük ve ağır yapılması gerekir.

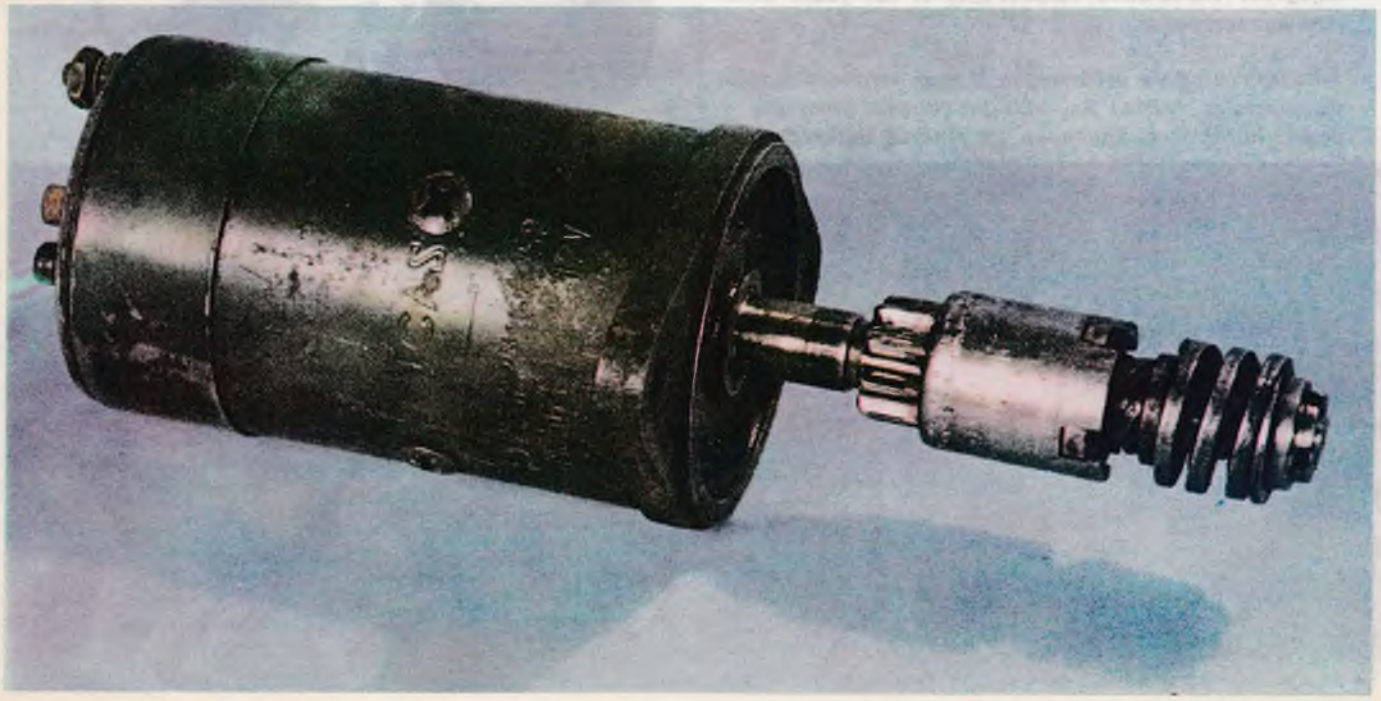
Marş motoru yüksek elektrik akımıyla çalıştırılır. Bu akım, OTOMOBİL'lerde yaklaşık 150 amper, çok büyük ticari araçlardaysa 1 000 amper kadardır. Elektrik akımının düzenlenmesi, bir dizi elektrik kontağını hareket ettiren bir RÖLE ya da SOLENOİT'le gerçekleştirilir. Röle ya da solenoit, aracın sürücü bölümüne yerleştirilmiş bir anahtarla denetlenen elektrik düğmesiyle çalıştırılır.

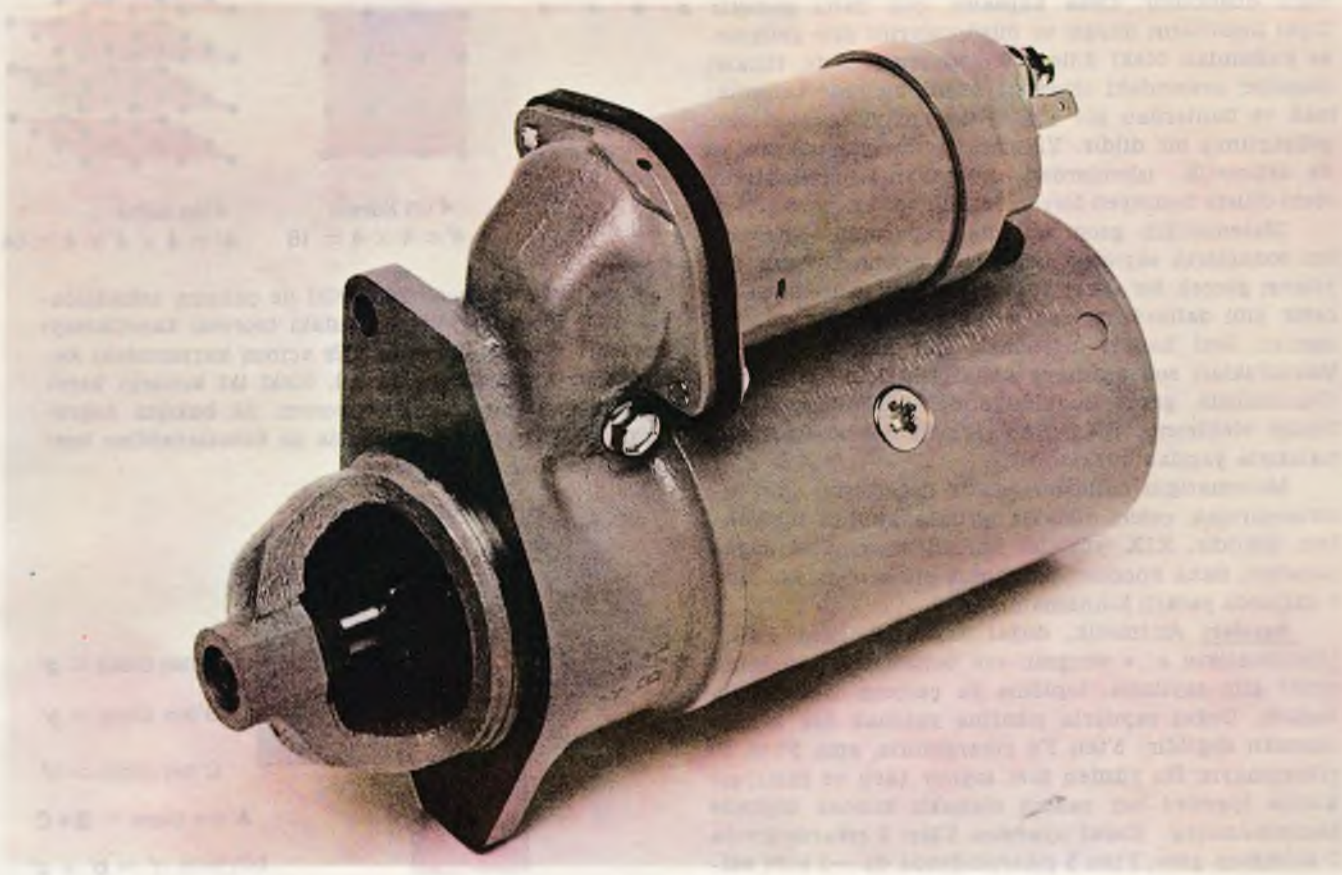
Marş motoru ile asıl motor arasındaki bağlantı, yaklaşık 12:1 oranındaki çift dişli çarkla sağlanır. DİŞLİ ÇARKLAR'ın büyüğü, asıl motor üstündedir. «*Pinyon*» adı verilen küçük dişli, marş motorunun miline yerleştirilir. «*Çember dişli*» adı verilen büyük dişliyse, asıl motorun DEBRİYAJ yuvası üstüne monte edilir. Bu dişliler birbirlerine iki biçimde geçerler: *Eylemsizlik yöntemi; ön geçme yöntemi.*

Eylemsizlikli marş motorları: Eylemsizlikli marş motorunda, hızla ivmelenen mil,pinyonun eylemsizlik kütlesini harekete geçirir. Hızla ivmelenen mil, pinyonu, mil üstündeki bir sarmal boyunca ileri doğru iten bir kuvvet yaratır; böylece pinyon, çember dişliye geçer. Motor çalışmaya başlayıp, marş motoru durdurulduğunda, pinyon, sarmaldan geri dönerek, çember dişliden ayrılır.

Pinyonun çember dişliden ayrılıp geriye doğru fırladığı sırada ortaya çıkan kuvveti soğurmak için,

Eylemsizlikli marş motoru. (altta) Motora elektrik verildiğinde pinyon, şaft üstünde bulunan bir sarmal boyunca ileri doğru itilir ve asıl motor üstündeki çember dişliye geçer.





Marş motoruna elektrik akımı verilmeden önce pinyonu çember dişliye bağlayan bir solenoiti bulunan, ön geçmeli marş motoru. (üstte) Solenoit, marş motorunun üstündeki silindir biçimli koruyucunun içindedir.

milin üstüne «*tampon yay*» adı verilen bir yay yerleştirilmiştir. Motor çalışırken pinyonu çember dişliden uzak tutma amacıyla da, küçük bir yaydan yararlanılır. Bu türden marş motorları, küçük ya da orta boy otomobillerde kullanılır.

Ön geçmeli marş motorları: Ön geçmeli marş motorları hem benzin motorlarında, hem de dizel motorlarında kullanılır. Bunlarda, marş motorunu çalıştıran rölenin yerini, bir solenoit almıştır. Solenoit, marş motoruna elektrik verilmeden önce, pinyonu ileri doğru itip, çember dişliye geçirmek için kullanılır. Pinyonun dişleri ile çember dişlinin dişlerinin birbirlerine tam olarak geçmemeleri durumunda, bu geçmeyi sağlama amacıyla, pinyon dişlinin *indekslenmesi* için (yani, pinyon dişlinin, çember dişlinin tam karşısına gelinceye kadar çevrilmesi için) bir araç gerekir. Bu amaçla kullanılan yöntemlerden biri, solenoitin, motora elektrik vermeden önce bir yayı bastırmasını sağlayan bir mekanizma kurulmasıdır. Böylece, elektrik verildiğinde, pinyon dişli çevrilecek ve yayla çember dişliye geçirilecektir.

Bu yöntemde marş motoru, asıl motor çalıştıktan sonra da çember dişliye bağlı kalabilir. Marş motorunu korumak için, pinyona bir boşa döndürme aygıtı eklenmiştir. Boşa döndürme aygıtı, bir çeşit *bilya kilitli kavrama*dır. Bir dış kovan ile bir iç kovandan oluşur. Kovanlardan biri çember biçimindedir. Ötekindeyse, bir dizi koni biçimli «fatura» vardır. Böylece, iki kovan arasındaki açıklık, bir dizi basamak biçimini alır. Koni biçimli faturaların her birinde, yaylı ve rulmanlı yatak bulunur. Yaylar, rulmanları, daha alçaktaki faturalara iter. Aygıtın bir yöne doğru çevrilmesi, rulmanları faturalarda sıkıştırıp, iki yatağı birbirine kilitler, böylece moment öteki yana iletilir. Aygıtın öteki yöne doğru çevrilmesiyse, rulmanları serbest bırakır, böylece yataklar boşta döner.

Ön geçmeli sistem, dizel motorları için bir zorunluluktur. Bu motorlar yüksek sıkıştırma oranları kullandıklarından, çalışmaya başlamaları benzin motorlarından daha güçtür. Ön geçmeli sistem, eylemsizlik sisteminden pahalı olmasına karşılık, daha sessizdir ve daha geniş sıcaklık aralıklarında daha iyi çalışmaktadır.

MATEMATİK

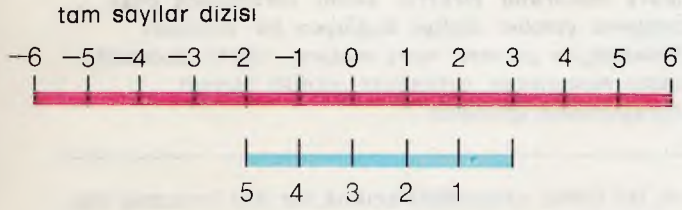
Matematiğin, genellikle, sayılarla ve sayıların niceliklerle bağdaştırılmasıyla uğraşan bir bilim dalı ol-

duğu düşünülür. Oysa kapsamı, çok daha geniştir Tıpkı insanların duygu ve düşüncelerini dile getirmede kullanılan öteki diller gibi, matematik de, fiziksel nesneler arasındaki ilişkileri kesin biçimde tanımlamak ve bunlardan söz edilmesini kolaylaştırmak için geliştirilmiş bir dildir. Yalnızca hesap yapmaktan ya da aritmetik işlemlerden oluşmayan matematiğin, öteki dillere benzeyen birçok özelliği vardır.

Matematiğin geometri gibi dallarında, elde edilen sonuçların sayılarla belirtilebilmesine karşılık, sayıların gerçek bir işlevi yoktur. Yüksek matematik ve cebir gibi dallardaysa, en genel hallerle uğraşılır ve sayılar, özel halleri incelemek için harflerin yerine konuldukları son aşamaya kadar, işin içine girmezler. Günümüzde, gerek duyulduğunda, bütün sayısal işlemler elektronik BİLGİSAYAR'larla ve hesap makinalarıyla yapılabilmektedir.

Matematiğin dallarını, pratik değerlerine göre sınıflandırmak, çekici olmakla birlikte, akıllıca bir yöntem değildir. XIX. yüzyılın önemli matematik uygulamaları, daha önceden bulunmuş olmalarına karşılık, o çağlarda yararlı kılınamamıştır.

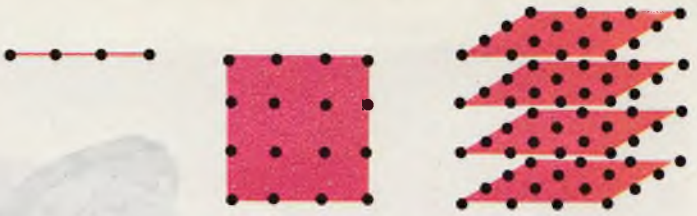
Sayılar: Aritmetik, doğal sayılarla, yani 1,2,3,... (matematikte «...» simgesi, «ve benzerleri» anlamına gelir) gibi sayılarla, toplama ve çarpma işlemleriyle başladı. Doğal sayılarla çıkarma yapmak her zaman olanaklı değildir: 5'ten 3'ü çıkarabiliriz, ama 3'ten 5'i çıkaramayız. Bu yüzden *tam sayılar* (artı ve eksi), çıkarma işlemini her zaman olanaklı kılacak biçimde tanımlanmıştır: Kural uyarınca 5'ten 3 çıkarıldığında 2 kaldığına göre, 3'ten 5 çıkarıldığında da —2 elde edilir. Bu şöyle gösterilebilir:



3'ten 5 çıkarsa —2 kalır

Aynı durum bölmede de ortaya çıkar ve sorun, yeni sayıların bulunmasıyla çözülür. 24 sayısı 4'e bölündüğünde 6 çıkar, ama 5'e bölünürse, sonuç bir doğal sayı değildir. *Kesirler* ya da *rasyonel sayılar,* 24 bölü 5'i 24/5 biçiminde göstermek için geliştirilmiştir. Rasyonel sayılar *yoğun*dur. Başka bir deyişle, herhangi iki rasyonel sayı arasında her zaman başka bir rasyonel sayı sözgelimi ikisinin ortalaması) vardır; yani bir rasyonel sayıdan «sonra gelen» rasyonel sayıyı bulmak olanaksızdır.

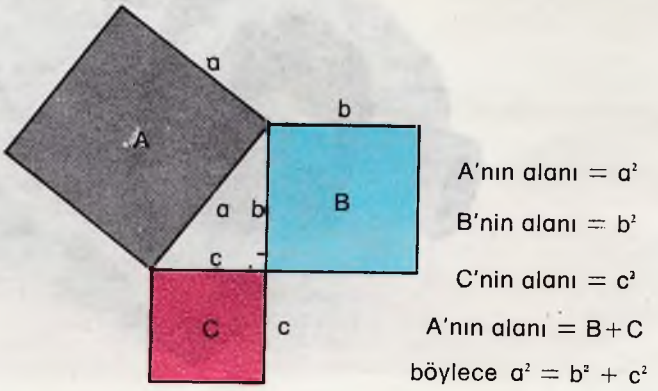
Eski Yunan geometricileri, rasyonel sayılardan başka sayı olmadığını düşünüyorlardı ve «*benzer şekiller*» adı verilen kuramlarını buna dayandırmışlardı. Kuramın altında yatan temel düşünce, sayıları uygun şekillerle ifade etmekti. Günümüzde bir sayının kendisiyle çarpımından o sayının «*karesi*», kendisiyle iki kez çarpımından da «*kübü*» diye söz edilmesinin nedeni budur:



4'ün karesi: $4^2 = 4 \times 4 = 16$

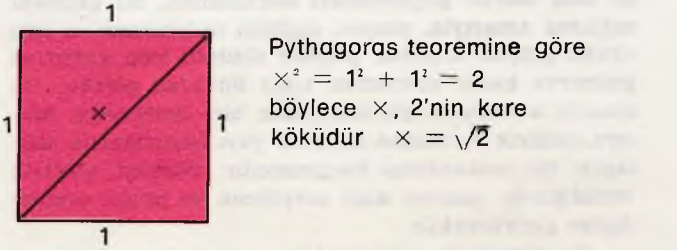
4'ün kübü $4^3 = 4 \times 4 \times 4 = 64$

Bu yolla Pythagoras (belki de çalışma arkadaşları), İ.Ö. 500 yıllarında aşağıdaki teoremi kanıtlamayı başardı: Bir dik üçgende, dik açının karşısındaki kenar olan hipotenüsün karesi, öteki iki kenarın karelerinin toplamına eşittir (teorem, ilk bakışta doğruluğu anlaşılamayan, ama gene de kanıtlanabilen herhangi bir önermedir).



Pythagoras'ın teoremi, matematiğin fiziksel dünya ile nasıl bağ kurduğunu göstermesi bakımından önemlidir: Bütün dik açılı üçgenler için geçerli olan $a^2=b^2+c^2$ bağıntısı, şekillerin matematiğe nasıl dönüştürüleceğini gösterir. Teorem, bilinmeyen nicelikleri bulmada kullanılabilir (iki kenar verilirse üçüncüsü hesaplanabilir) ve bu yüzden, doğrudan uygulamada da yararlı olur.

Bu teoreme göre, kenarları bir birim olan bir karenin köşegeninin karesi, 2 birim uzunluğunda olmalıdır; ama karesi 2 olan bir rasyonel sayı yoktur.



2'nin kare kökünün ($\sqrt{2}$) rasyonel bir sayı olmadığını Pythagoras kanıtlamıştır. Rasyonel sayılar, bir kesir (iki tam sayının bölümü) biçiminde ifade edilebilen sayılardır. Böylece, 6,2 rasyonel sayısı $\frac{31}{5}$ biçiminde yazılabilir.

$\sqrt{2}$'nin irrasyonel olduğunu kanıtlamak için, *m* ve *n* gibi iki

tamsayı seçilir. $\frac{m}{n}$ kesrinin daha küçük tamsayılardan oluşan bir kesre indirgenememesi gerekir (sözgelimi, $\frac{62}{10}$ böyle bir kesir değildir, çünkü pay ve paydası 2 ile bölünerek değeri değişmeden $\frac{31}{5}$ biçiminde sadeleştirilebilir). Öyleyse, m ve n'nin ikisi birden çift sayı olamaz; çünkü kesrin ikiye bölünmemesi gerekir.

Eğer $\frac{m}{n} = \sqrt{2}$ ise, $\frac{m^2}{n^2} 2 = 2$ ve $m^2 = 2n^2$'dir. Herhangi bir tamsayının iki katı, bir çift sayı olduğundan, m^2 çifttir. Bu nedenle, m de bir çift sayıdır (iki çift sayının çarpımı, her zaman çifttir).

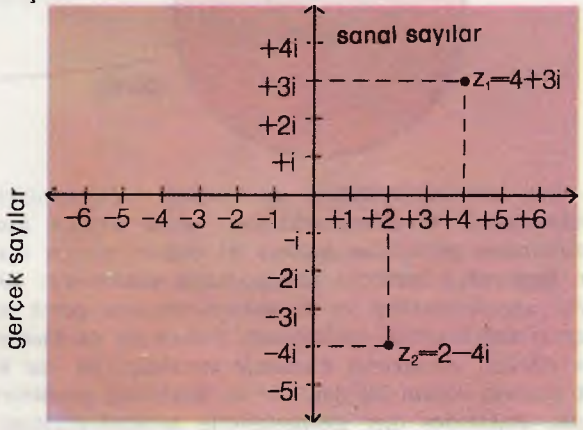
Bu durumda, m'nin yarı değerinde başka bir tamsayının bulunması gerekir. Bu sayıya p dersek, $m = 2p$ ve $m^2 = 4p^2$ olur. $\frac{m^2}{n^2} = 2$ ifadesinde m^2 yerine $4p^2$ yazarsak $\frac{4p^2}{n^2} = 2$ elde ederiz. Böylece $n = 2p^2$ olur.

Aynı biçimde, n^2, dolayısıyla n de çift sayı olmalıdır; m'nin çift olduğu daha önce gösterilmişti.

Ama m ve n'nin ikisi birden çift sayı olamaz. Bu nedenle, değeri $\frac{m}{n} = \sqrt{2}$ olan $\frac{m}{n}$ biçiminde rasyonel bir sayı yoktur. Demek ki $\sqrt{2}$ irrasyoneldir.

Bu sonuç, matematiğin temellerini sarsan ilk büyük bunalıma yolaçtı. Bunalım, «*irrasyonel*» adı verilen yeni sayılar bulunmasıyla çözüldü. Rasyonel ve irrasyonel sayılar, *gerçek* sayıları (sonlu ya da sonsuz ondalıklarla ifade edilen bütün sayılar) oluştururlar. Karesi 2 olan sayı (2'nin *kare kökü*) 1,41421...dir.

1,41421'in karesiyle 2 arasındaki fark 0,0000100759' dur; bu sayının karesi, kaç basamak eklenirse eklensin hiç bir zaman tam 2 olamaz. Ama 2'ye istenildiği kadar yaklaştırılabilir. İki sayıdan hangisinin büyük olduğunun belirlenebileceği bir sıra içindeki sayılar göz önüne alındığı sürece, gerçek sayılar, daha büyük sayı sistemleri kurmanın son adımıdır. Ancak, XVI. yüzyıldan sonra, sıralama koşulundan vazgeçilip, sayı sisteminin, bir aşama daha genişletilmesi zorunlu olmuştur.



z_1 ve z_2 karmaşık sayılarını gösteren Argand çizimi

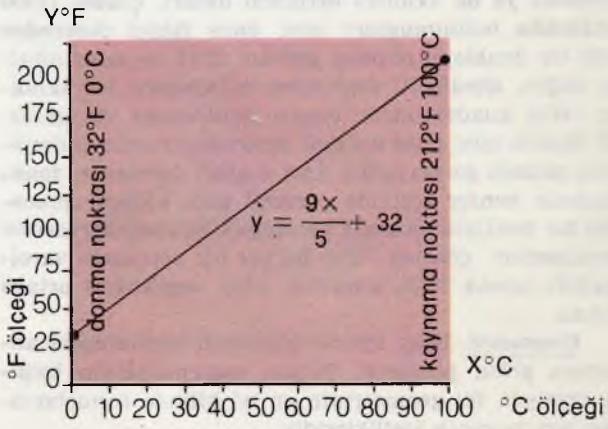
Gerçek sayıların bir doğru üstünde gösterilebilmelerine karşılık, hem gerçek, hem sanal sayılardan oluşan karmaşık sayılar, ancak bir yüzey ya da düzlem üstünde gösterilirler. Bu düzleme «Argand çizimi» denir.

Bu gereksinim, denklemlerin çözümünde ve «çifte eksi» durumu nedeniyle ortaya çıkmıştır. Herhangi bir dilde olduğu gibi (sözgelimi, «bir şeyi yapmamayı yapmak» «bir şey yapmak» demektir). Matematikte de, iki eksinin çarpımı artı sonuç verir. Karesi alındığında 1 veren sayı nedir sorusunun, iki yanıtı vardır: 1 ve —1. Karesi sıfır olan sayıysa yalnızca sıfırdır. Ama, karesi —1 olan hiç bir gerçek sayı yoktur. Böylece, gerçek sayıları ve karesi —1 olan başka tür bir birimle (matematikçilerin gösterimiyle i, elektrik mühendislerinin günümüzdeki dilinde j) tanımlanan *karmaşık sayıları* bulmak olanağı elde edilmiştir.

Cebir: Cebirin konusu, nicelikleri simgelerle (genellikle harflerle) göstererek, sayılara ilişkin genel sonuçları ifade etmektir. Bu konuda bir örnekten daha önce söz etmiştik: $a^2=b^2+c^2$ önermesi, dik açılı üçgenlere ilişkin bir cebir bağlantısıdır. Bu önermede, özel bir hal söz konusu olmadığı sürece, sayılara raslanılmaz.

Cebir eşitliklere dayanır ve nicelikler arasındaki bağıntıları, denklemler aracılığıyla yorumlar. Bu konuda, her biri bir denklem olan bir dizi önermede bulunularak, bu önermelerden yalın kurallar yardımıyla sonuçlar çıkarmak ve bilinmeyen bir niceliği ya da nicelikleri bulmak olanaklıdır.

Sözgelimi, $y = \frac{9}{5}x + 32$, y° Fahrenheit sıcaklığı, x° Santigrad cinsinden bulmaya yarayan yalın bir cebir denklemidir. y'nin x'e göre grafiği şöyledir:

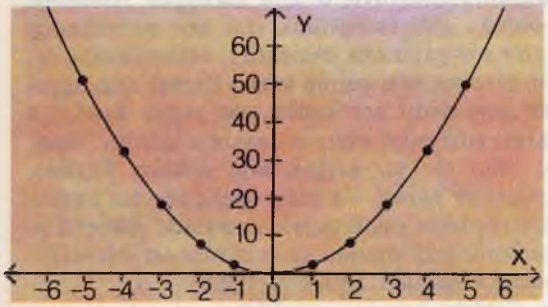


Bu, bir doğrunun grafiğidir. Bu nedenle $y = \frac{9}{5}x + 32$ denklemine, «*doğrusal*» (lineer) denklem denir. Genel ifadesi, $y = ax + b$ biçimindedir (burada a ve b, yerlerine herhangi bir sayının konulabileceği iki değişmezdir); x'e «*bağımsız değişken*», y'ye ise, x'e bağlı olduğundan «*bağımlı değişken*» adı verilir.

Ne var ki, birçok büyüklük, doğrusal olarak değişmez; sayıların karelerini, küplerini ya da daha yüksek *kuvvetleri*ni de içerir. Burada kuvvet, sayının kendisiyle kaç kez çarpıldığını gösterir (2'nin dördüncü kuvveti ya da 2 üstü 4, $2^4 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$'dır).

$y = 2x^2$, doğrusal olmayan denkleme bir örnektir

ve şekli aşağıdaki gibidir:

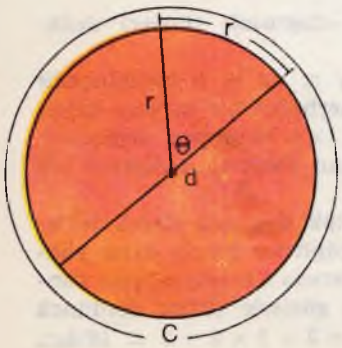


$y=2x^2$ parabolunun çizimi

Doğrusal olmayan denklemlerin grafiği eğriseldir. Üstteki çizimde görülen eğriye, «*parabol*» denir. Bir eksi sayının karesi artı büyüklük olduğundan, y'nin değerleri her zaman artıdır; bu yüzden, eğrinin yukarı doğru iki kolu vardır. Buna göre, sözgelimi $y=8$ olduğu zaman, x'in iki değeri (bunlara «denklemin *kökleri*» denir) vardır: 2 ya da —2. Genel ifadesi $y = ax^2 + bx + c$ olan bu türden denklemlere, «*ikinci dereceden* (kuadratik) denklemler» denir.

Cebirde, denklemlerin ayrıntılı çözümlerinin elde edilmesine çalışılan XVI. yüzyıla kadar, gerçek bir ilerleme görülmedi. İkinci dereceden denklemlerin çözümünü veren genel kural, Babilliler zamanından beri bilinmekteydi. Ne var ki, denklem, bilinmeyen büyüklüğün kübünü içeriyorsa (bunlara «üçüncü dereceden» ya da «*kübik*» denklem denir), çözüm (1500 yıllarında bulunmuştur) için, önce ikinci dereceden belli bir denklemi çözmek gerekir. XVI. yy'ın ortalarına doğru, dördüncü dereceden bilinmeyen büyüklükler (ikili kuadratikler) içeren denklemler de çözüldü. Bunun için, önce üçüncü dereceden yardımcı denklemi çözmek gerekiyordu. Ama beşinci dereceden denklemlerin benzer biçimde çözümü için, altıncı dereceden bir denklemi çözmek gerekliydi. Beşinci dereceden denklemleri çözmek için bu tür bir yöntemin varolmadığı, ancak XIX. yüzyılda, Abel tarafından ortaya kondu.

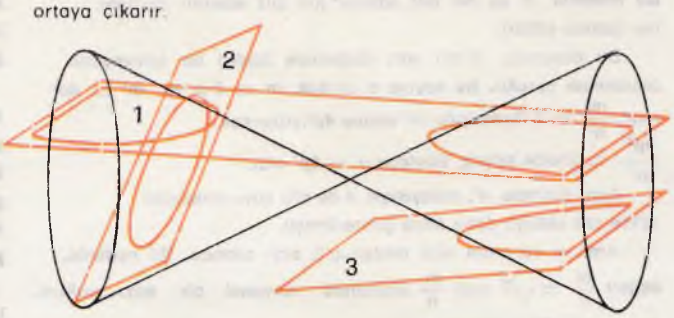
Geometri: Uzay içinde ilişkilerin incelenmesi anlamına gelen geometri, Yunan matematiğinin başlıca öğesiydi. Bu geometrinin en iyi bilinen sonuçlarından biri dairenin özellikleridir:



Bir dairenin temel özellikleri: r yarıçap, çap d=2r'dir. Yarıçapı r uzunluğundaki bir yay, her zaman dairenin merkezindeki aynı θ açısını görür. $\theta = 57{,}3°$'dir ve bu açıya «radyan» denir. Dairenin çevresinin (c) çapa oranı, değişmez bir sayıdır. Yunan harflerinden π (pi) ile gösterilir ve değeri $c/2r = 3{,}1416...$'dir. Bu dairenin tümü $360° = 2\pi$ radyan olduğundan, çevresi $c = 2\pi r$'dir. Dairenin alanı = πr^2.

Yunanlılar, düzlemsel doğruların ve dairelerin yanı sıra, üç boyutlu geometriyi ve dairesel konilerle düzlemlerin kesişmesiyle oluşan şekilleri de incelediler. Bu tür şekillere (elips, parabol, hiperbol), «*konik kesitler*» adı verilir.

Koninin düzlemsel kesitleri: 1 no'lu düzlem, koniyi iki kez keserek hiperbolun iki kolunu oluşturur; 2 no'lu düzlem bir elips ortaya çıkarır; 3 no'lu düzlemse, üreticilere paraleldir ve bir parabol ortaya çıkarır.



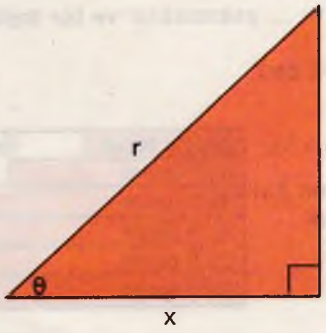
Günümüzde söz konusu şekiller, *gök mekaniği*, yani gezegenlerin, uyduların, vb. hareketi açısından önem taşır. Kepler, gezegenlerin Güneş çevresinde elips biçimli yörüngelerde döndüklerini bulmuştur. Dünya çevresinde dönen yapay bir uydunun yörüngesi de elipstir ve bunun «*limit hali*», topun havaya atıldığı zaman çizdiği şekil olan paraboldur.

Söz konusu özellikler, günümüzde Yunanlıların yöntemleriyle türetilmemektedir. Ama Yunan geometrisinden günümüze kalmış iki değerli sistem vardır. Bunlardan birincisi «*aksiyomatik* sistem»dir: Her şeyin, aksiyomlardan ya da kanıtlanmasına gerek olmayan doğrulardan çıkarılması. Yunan ya da *Eukleides (Öklid)* geometrisi düzlemle sınırlıdır. Ne var ki, tek düzlem biçimi bu değildir ve Eukleides geometrisinin, Eukleides dışı geometrilerle zenginleştirilmesi için, bu aksiyomların mutlak doğruluklarının tartışılması gerekmiştir. Bu yeni geometriler, 1915 yılında Einstein tarafından kullanılmış ve genel GÖRECELİK kuramı, Newton'un YERÇEKİMİ kuramının yerini almıştır.

Yunan geometrisinin ikinci önemli öğesi (İ.Ö.

125) ile Ptolemaios'un (İ.S. 150) bulduğu trigonometridir.

Trigonometri: Büyüklükleri farklı, açıları eşit olan iki üçgenin kenarları arasında bir orantı vardır. Hipparkhos (İ.Ö.II.yy.), derece cinsinden ifade edilen açılar ile kenar oranları arasındaki ilişkileri gösteren bir tablo yapılabileceğini düşünmüştü. Bunu, yalnızca dik açılı üçgenler için yapmanın yeterli olduğu görüldü: Küçük açılardan birinin karşısındaki kenarın hipotenüse oranına, «açının *sinüsü*» (kısaltılması *sin*) denir.

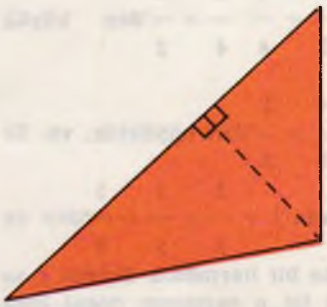


$$\sin\theta = \frac{y}{r}$$

$$\cos\theta = \frac{x}{r}$$

$$\tan\theta = \frac{y}{x}$$

Bir üçgen, bir köşesinden karşı kenara dikme indirilerek iki dik üçgene bölünebildiğinden, derece cinsinden ifade edilen açıların sinüs tabloları, bütün üçgenlerin kenar oranlarını hesaplamak için yeterlidir.



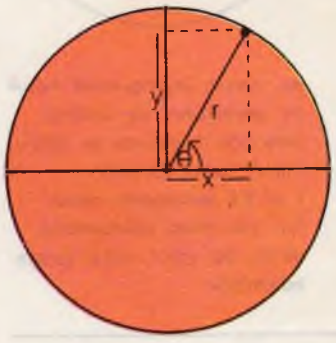
bütün üçgenler, iki dik üçgene ayrılabilir

Yunanlılar başlangıçta, trigonometriyle gökbilim açısından ilgilendiler. Trigonometriden yeryüzünün incelenmesinde, sözgelimi HARİTACILIK'ta kullanılan nirengileme yönteminde yararlanılması, çok daha sonra oldu. Trigonometrinin asıl önemi, uygulamalarında değil, *fonksiyon* kavramını ortaya çıkarmasında yatar.

Fonksiyonlar: Fonksiyon, bir değerin bir başkasına nasıl bağlı olduğunu gösteren bir kuraldır. Belli bir küme (*tanım aralığı*) içindeki her sayıya, yalnızca bir sayıyı, yani fonksiyonun değerini eşler. Sinüs fonksiyonu, her açı için belli bir oran verir. *Kosinüs (cos)* ve *tanjant (tg* ya da *tan)*, dik açılı bir üçgenin açı ve kenarlarına dayanan, başka fonksiyon örnekleridir. LOGARİTMA ve üstel fonksiyonlar bulununcaya kadar, sinüs ve öteki trigonometri fonksiyonları, bu türün tek örnekleriydi. Ayrıca, *peryodik fonksiyon*lar oldukları için önemliydiler.

Bir kol, sürekli büyüyen bir açıyı tarayacak biçimde döndüğünde, tam 360°'lik bir dönüş tamamlamış olur. Daha büyük açılar için sinüs, gene eski değerlerini alır.

Matematikçiler, genellikle açıları derece cinsinden ifade etmezler; derece yerine radyan kullanırlar (360° = 2π radyan). Bunun nedeni, *radyan*ın, daire merkezi ile yarıçap uzunluğunda bir yay arasındaki açı olarak tanımlanmasıdır. Dairenin çevresi $2\pi r$ olduğundan, bir dairede, yani 360°'de 2π radyan vardır.



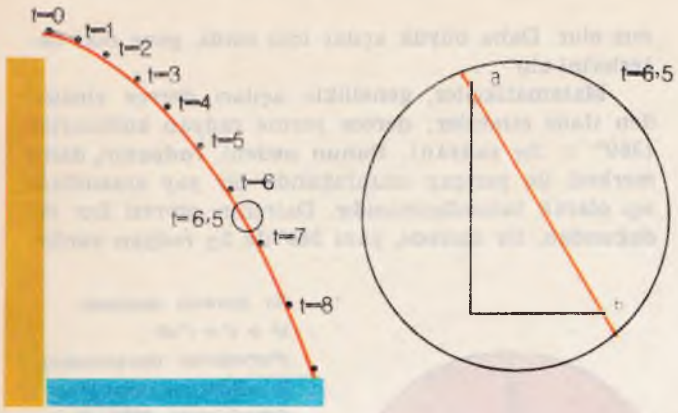
Bir dairenin denklemi $x^2 + y^2 = r^2$'dir (Pythagoras teoreminden). θ büyüdükçe, radyal kol daireyi tarar. 360° (2π radyan) döndüğünde, bir tam dönüş yapar; sin $\theta = \frac{y}{r}$ olduğundan, 2π eklemek, sin θ'nın değerini değiştirmez. $\sin\theta = \sin(2\pi+\theta) = \sin(4\pi+\theta)$...Bu nedenle, sin θ, peryodik bir fonksiyondur.

Sinüs fonksiyonu üstünde, tanım aralığındaki herhangi bir elemanla toplandığında fonksiyonun değerini değiştirmeyen noktalar vardır. Art arda gelen bu tür iki nokta arasındaki mesafeye «peryot» denir ve sinüs için 2π'dir. Peryodik olgulara pratikte sık raslanır (Bk. SİNÜS DALGASI). Peryodik olarak değişen her şeyin hareketinin, yeterli sayıda ve çeşitli büyüklüklerde sinüs ya da kosinüslerin toplamıyla gösterilebileceği, XVIII. yüzyılda bulunmuştur. Buna, «*Fourier analizi*» adı verilir.

Gerilmiş bir telin hareketi ya da bir çizgi üstündeki belli bir noktaya doğru çekilen bir parçacığın o çizgi boyunca salınımı, açılarla hiç bir ilgisi olmamakla birlikte, sinüsün kullanılmasını gerektiren problem örnekleridir. Aynı biçimde, logaritmalar da, ilk kullanılış alanları olan çarpmayla hiç ilgisi olmayan, doğal büyümeye ilişkin problemlerde kullanılır.

Yüksek matematik: Fonksiyonlar konusunda daha sonraki incelemelerin tümü, XVII. yüzyıl mekaniğinde (cisimler üstüne etkiyen kuvvetlerin ve bunların neden olduğu hareketlerin incelenmesi) ortaya çıkan *yüksek matematiğe* dayanır (Bk. DİNAMİK; STATİK VE HİDROSTATİK). Anahtar kavram, «bir fonksiyonun türev fonksiyonu»dur.

Sözgelimi $x = vt$ bağıntısından, v değişmez hızıyla hareket eden bir taneciğin t süresinde aldığı yol (x), kolayca hesaplanabilir. Alınan yolu zamana bölerek de ortalama hızı bulabiliriz: $v = \frac{x}{t}$. Ancak, birçok problemde, yere doğru hızlanarak düşen bir taş örneğinde olduğu gibi, hızın kendisi de değişmektedir.



Bir dağın tepesinden bırakılan cismin izlediği yol. Yerçekiminden dolayı, cismin düşey hızı (sıfırdan başlayarak) artar; yatay hızıysa aynı kalır. Böylece cisim, düşerken bir eğri çizer.

ab, cismin izlediği yolun küçük bir parçasıdır; ab uzaklığı yeterince küçülürse, bir doğru olarak kabul edilebilir. t = 6,5 saniyeyken, ansal hız (ab sıfıra yaklaşırken), ab'nin bu yolun aldığı süreye bölümüdür.

Bu durumda, hızın zamana göre nasıl değiştiğini bilmek önem kazanır. Böylece, «*ansal hız*», yani «belli bir andaki hız» kavramı ortaya çıkar. Bu hız, çok kısa zaman aralıkları ve onlara karşılık gelen küçük uzaklıklar göz önüne alınarak bulunur. Çok kısa aralıklarda, hızın değişmez olduğu kabul edilebilir. Aynı şey, hareketin her anı için yapılabilir ve böylece, hız, zamanın bir fonksiyonu, uzaklığın zamana göre *türetilmiş fonksiyonu* ya da türevi olur. Bu işleme «*türev alma*» (türetme) denir.

Matematikteki türev alma işlemi, yalnızca hıza değil, her fonksiyona uygulanabilir ve fonksiyonun belli kurallara göre dönüştürülmesi anlamına gelir.

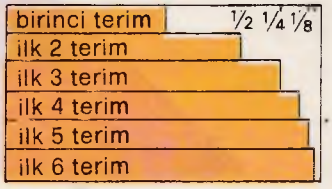
Her kısa zaman aralığında, düşen taşın aldığı yol, ansal hızın zaman aralığıyla çarpımıdır. Buna göre, taşın aldığı toplam yol da, bu küçük uzaklıkların toplamıdır. Bu işleme «*entegral alma*» denir ve türev almanın tersidir. Düşen taş örneği, özellikle uygulamalar söz konusu olduğunda önemi artan yüksek matematik problemlerinin, yani *diferansiyel denklem*lerin çözümünün yalın bir türüdür.

Sonsuz diziler: Bilimde ve mühendislikte karşılaşılan birçok problem için tam bir çözüm bulunamaz. Bunun yerine, her biri bir öncekinden daha önemsiz olan bir dizi terim içeren yaklaşık bir çözüm bulunur. Tam çözüme ancak, sonsuz sayıda terimle ulaşılabilir; ama bir mühendislik uygulamasında bu kadar kesinlik gerekli değildir. Mühendis yalnızca, amacı için yeterli kesinlikte bir değerin kaç terim içermesi gerektiğini bilmelidir. Bununla birlikte, sonsuz diziler çok önemlidir.

Daha önce de söz edildiği gibi, genel olarak peryodik bir fonksiyonun (saniyede f peryotlu, yani temel frekansı f olan) Fourier çözümlemesi, bu fonksiyonun f, $2f$, $3f$... frekanslı sonsuz sayıda sinüs dalgası biçiminden *(sinüzoid)* oluştuğunu gösterir. Bir sonsuz dizinin her terimi (sinüzoidler) aşağı yukarı aynı büyüklükte olsaydı, bunların birleşimi sonsuz büyüklükte bir fonksiyon olurdu. Oysa böyle olmadığını biliyoruz; asıl peryodik fonksiyon sonludur ve ölçülebilir. Gene Fourier çözümlemesi, her terimin bir öncekinden daha küçük olduğunu, yani dizinin yüksek frekanslı terimlerinin gittikçe azaldığını gösterir.

XIX. yüzyılda, özellikle Cauchy tarafından geliştirilen yakınsama kuramı, sonsuz bir dizinin sonlu bir toplamı olup olmadığının ölçütünü sağladı. Sözgelimi, $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \ldots$ yakınsaktır ve bir toplamı vardır (limitte toplamı 2'dir).

$1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32}$ toplamının hiç bir zaman 2'yi geçmediğinin geometrik olarak gösterilmesi



Bununla birlikte, bütün azalan diziler yakınsamaz. En iyi bilinen yakınsamayan dizi türü, *harmonik dizi*dir: $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} \ldots$ Bu dizinin yakınsamadığı kolayca görülebilir, çünkü $\frac{1}{3} + \frac{1}{4}, \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$'den büyüktür; $\frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{7} + \frac{1}{8}, \frac{4}{8} = \frac{1}{2}$'den büyüktür, vb. Dizi yakınsak olsaydı, toplamı $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2}$'den daha büyük olurdu. Gerçekte bir harmonik dizinin n sayıdaki teriminin toplamı ile n sayısının doğal logaritması (yani e tabanına göre logaritması) arasında, yaklaşık olarak değişmez bir fark vardır. Değeri aşağı yukarı 0,577 olan bu değişmeze, «Euler değişmezi» adı verilir.

MATKAP, ELEKTRİKLİ

Elektrikli matkap, bir delme makinasıdır. Gücünü, içinde bulunan elektrik motorundan alır. Motor dışında başlıca önemli parçaları, matkap uçlarını tutan bir *mandren* ile motor hızını matkap için uygun hıza indiren yalın dişli sistemidir.

Taşınabilir elektrikli matkap, genellikle tabanca biçiminde yapılır. Tabanca kabzasına benzeyen sap, ERGONOMİK BİÇİMLENDİRME'nin iyi bir örneğidir ve kullanım sırasında kolaylık sağlar. Elektrik kordonu, kabzanın altından girer. Açıp kapama düğmesiyse, *tetik* biçimindedir. Matkap sürekli çalıştırılırken, elin yorulmaması için, tetik kilidi kullanılır. Da-

ha büyük ve ağır modellerde, sapın yanı sıra tutacaklar da vardır. Böylece matkap, iki elle birden tutulabilir.

Mandren: Mandren, matkap ucunu tutan ve gövdenin dişli kutusu ucundan ileri doğru uzanan, 3 çeneli, kendinden merkezlemeli bir aygıttır. Mandrenin dış burcu saat ibreleri yönünde döndürülürse, çeneler kapanır; ters yönde döndürülürse, çeneler açılır. Son sıkıştırma, özel bir anahtarla yapılır.

Motor: Gövdenin içinde *seri bağlı* ya da *üniversal* bir elektrik motoru vardır. Bu tür motor, hem doğru, hem de alternatif akımla çalışır. Ayrıca, düşük hızlarda yüksek moment verir. Delme işlemi sırasında basınç artırılırsa, yük büyüyerek hızı azaltır, ama moment artar. Dişli sistemi, hızı dakikada 2 500 devire düşürür.

Üniversal motorun bir sakıncası, radyo ve televizyon alıcıları yakınında çalıştırıldığında parazite neden olmasıdır. Bu nedenle motor devresine, çeşitli şok bobinleri ve kondansatörler eklenir.

Güvenlik: Elektrikli aygıtlar, güvenlik için, ya *topraklanır* ya da *çifte yalıtılır*. Plastik gövdeli aygıtlar, çifte yalıtılır.

Topraklı aygıtlarda üçlü kablo kullanılır. Yeşil - sarı iletkenin bir ucu, kullananın elini değdirebileceği bütün metal parçalara, öteki ucu da, topraklı prizdeki toprak hattına bağlanır.

Çifte yalıtılmış aygıtlar açıkça işaretlenir. Bunlar-

Özellikle evlerde kullanılmak için yapılmış, elle kumanda edilen bir elektrikli matkap. Bunun bir tek hız kademesi vardır ve kumanda, tetikle sağlanmaktadır. Bu tür matkaplar, zımpara ve testere gibi parçaların takılmasına da elverişlidir.

da ikili kablo kullanılır. İlk yalıtkan, öteki elektrikli aygıtlarda bulunanlara benzer. İkinci yalıtkansa, birinci yalıtkandan çok daha yüksek gerilimlere dayanacak yapıdadır.

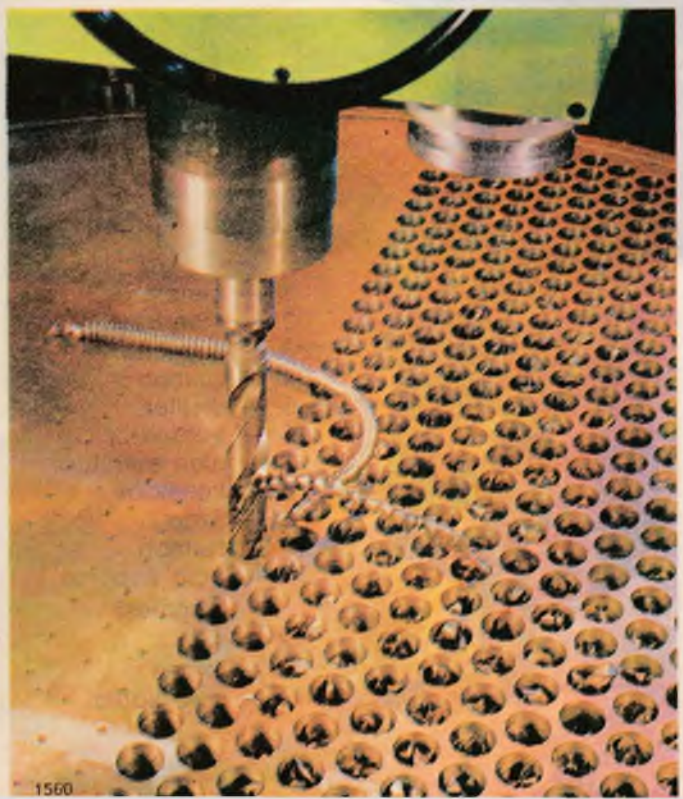
Matkap uçları, uygulamalar ve ek parçalar: Matkap uçları genellikle iki bölümlüdür: Ucun üçte ikisini oluşturan sarmal kanallı kesici bölüm; ucun üçte birini oluşturan ve mandrene takılan düz bölüm. Elektrikli matkaplar, genellikle 6-12 mm arasındaki matkap çaplarına uygundur. 12 mm'den büyük çaptaki matkaplarla delik delmek, taşınabilir matkaplarla zordur.

Belirli güçteki bir elektrikli matkap, belirli bir delme kapasitesine göre tasarlanmıştır. Bir ucu mandrene takılabilecek biçimde inceltilmiş daha büyük çaplı bir delme ucu, tahta ya da plastik delmek için kullanılabilir. Metal delerken her zaman dikkatli olmak gerekir. Çeliğin belirli türleri, ancak sert bir kesme ağzıyla, kesme ağzında özel bir açıda taşlanmış açıyla ya da delme sırasında yağlamayla (ya da üçü birden) delinebilir. Metal parçaların delinmesinde, basıncın da dikkatle uygulanması gerekir. Çünkü uç, alttan çıkarken, deliğin kaba ağzını kavrayarak, matkabı sert bir biçimde döndürüp denetim dışına çıkarabilir.

İki hızlı ve çekiçli elektrikli matkaplar da vardır. Birinci kademe, dakikada 900 devirlik oldukça düşük bir hız sağlar; ikinci kademeyse, yüksek hızla birlikte, çekiç vurma etkisi verir. Bu tür matkaplar, beton ve inşaat işlerinde kullanılır.

Elektrikli matkaplar, zımpara, taş, delik testeresi, vb. parçaların takılmasıyla, delik delme dışında da yararlı kılınabilir.

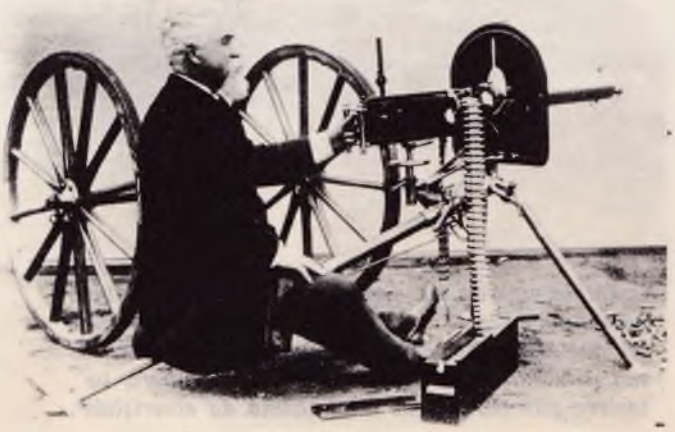
İki tür elektrikli matkap. (alttaki iki resim) Üstteki resimde, taşınabilir elektrikli matkap mandreninin anahtarla sıkıştırılması, alttaki resimdeyse, bir takım tezgâhında çeliğe delik delinmesi görülmektedir. Matkap tezgâhlarında, delinecek malzemenin sertliğine ve deliğin çapına göre ayarlanan hız kademeleri vardır. Bunlarda matkap uçları, mandrene, koni saplı kafalarla bağlanır.

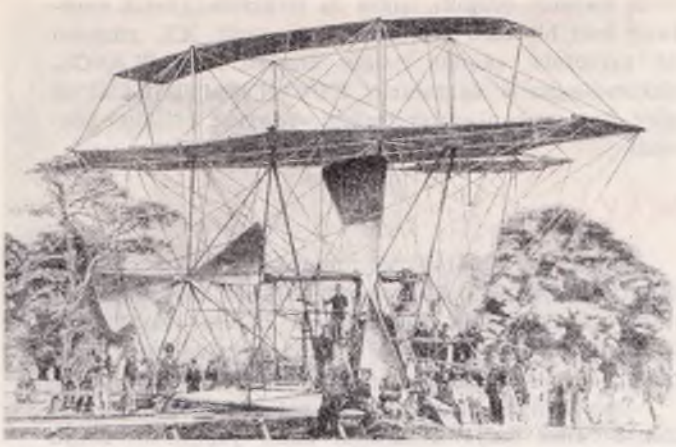


MAXIM, SİR HİRAM (1840-1916)

Hiram Stevens Maxim, 5 Şubat 1840'ta Main'de (A.B.D.) doğdu. 25 yaşında gaz makinaları üreten bir şirkete girdi ve aydınlatma gazı yapan yeni bir makina geliştirdi. Bu başarıyı, birçoğu buhar makinasıyla ilgili olan başka buluşlar izledi. Maxim, 38 yaşında, bir elektrikle aydınlatma şirketine başmühendis oldu. 1881 Paris sergisinde bu şirketi temsil etti. Avrupa'da bulunduğu sıralarda, otomatik silahlara ilgi duymaya başladı. Londra'ya yerleşerek, en ünlü buluşu olan ilk otomatik tüfeği gerçekleştirdi (tüfeğe «Maxim tüfeği» adı verildi). 1900 yılında, İngiliz uyruğuna geçen Maxim, bir yıl sonra Sir unvanı aldı.

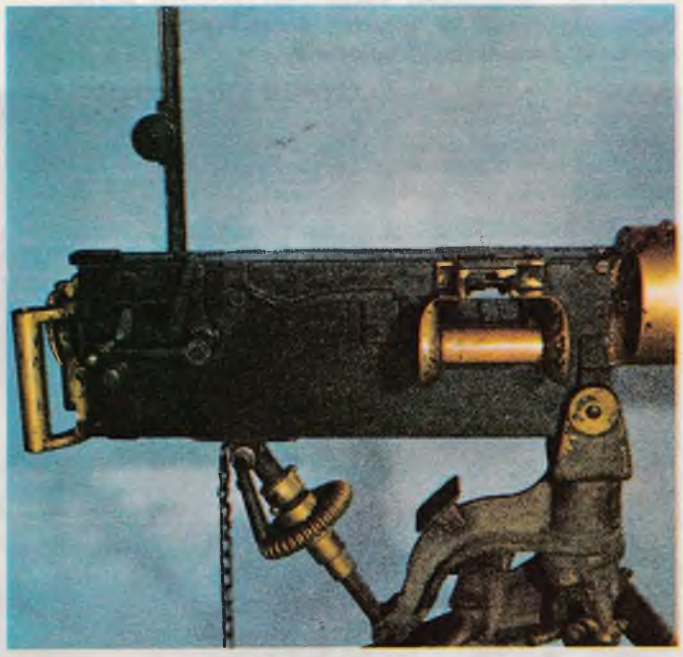
Sir Hiram Maxim, en ünlü buluşu olan makinalı tüfeğiyle. (altta)





Sir Maxim'in başka bir buluşu da uçuş makinasıdır. (üstte) Uçağın kaldırma gücünün, ağırlığından fazla olması gerektiği, bu makinayla kanıtlanmıştır.

Maxim tüfeğinin yakından görünüşü. (altta) Bu tüfekte geri tepmeli ateşleme ilkesi kullanılmıştır.



Bu başarılarla yetinmeyen Sir Maxim, «yerden kendi kendine kalkabilen bir uçan makina» yapmaya koyuldu. Ama bu, uçuşa ilişkin sorunların yalnızca yarısını çözüyordu. Sir Maxim, serbest uçuşta, uçağı denetim altına alabilmenin ayrı bir sorun olduğunu anlamıştı. Uçağın kanatlarının, uçağın toplam ağırlığından daha büyük bir *kaldırma gücü* (Bk. AEROFOİL) olması gerektiğini de biliyordu. Zorluk, *sürtünme direncini* yenecek ve uçağı uygun hızda götürecek kadar büyük bir kuvvet üretebilecek bir makina yapabilmekti.

Sir Maxim, deneylerine başladığı sırada, benzin makinası henüz yeni bir buluştu ve gücü oldukça düşüktü. Bu yüzden, çok denenmiş buhar makinasını ele aldı. Ama, BUHAR MAKİNASI, büyük ve ağırdı. Bu nedenle Maxim, ağırlığı kaldırabilmek için çok büyük bir uçan makina tasarlamak zorunda kaldı (bu makinanın kanat genişliği 31,7 m, toplam ağırlığıysa 3 560 kg'dı). 180 beygirgücü üreten iki hafif buhar makinası yaptı ve bunları uçuş makinasına yerleştirdi. Buhar makinaları, çapı yaklaşık 5,50 m olan bir pervaneyi döndürüyordu.

Başarısızlıkla sonuçlanan iki deneyden sonra, 1894'te Sir Maxim'in uçuş makinası, saatte 68 km hıza ulaşarak, havalandı. Sir Maxim, iddiasını kanıtlamıştı: Kaldırma gücü, ağırlıktan fazlaydı.

MAXWELL, JAMES CLERK (1831-1879)

13 Haziran 1831'de Edinburgh'da (İskoçya) doğan James Clerk Maxwell'in bilim alanına önemli katkılarının başında, ELEKTROMAGNETİK IŞINIM'ı ve IŞIK'ın elektromagnetik bir DALGA HAREKETİ olduğunu bulması yeralır.

Maxwell, bilimsel çalışmalara oldukça genç yaşta başladı. Üç yıl Edinburgh Üniversitesi'ndeki dersleri izledikten sonra, Cambridge Üniversitesi'ne gitti. 1854 yılında üniversiteyi bitirip, ertesi yıl, araştırmalarına başladı. Özellikle renkli görüntü üstünde çalıştı.

1855'te, Michael FARADAY tarafından öne sürü-

Maxwell, renk bilimini çok ilgi çekici buluyordu. Resimde (üstte), polarılmış ışığın, tavlanmamış camdan geçmesiyle oluşan renkler görülmektedir. Maxwell, aynı resmi, değişik filtrelerden geçirip üç kez çekerek ve tek bir ekrana düşürerek, ilk renkli fotoğrafı ortaya çıkarmıştır.

James Clerk Maxwell'in, porselen üstüne işlenmiş bir resmi. (üstte) Maxwell, elektrik alanında büyük buluşlar yapmış, elektromagnetizmanın gelişmesine katkıda bulunmuştur.

len kuvvet çizgileri düşüncesine dayanarak, elektrik ve magnetizma üstüne ilk yazısını yayınladı. Uzayda elektrik gücünün, sıkıştırılamayan bir sıvı içeren kuvvet «boru»larıyla iletildiğini öne sürdü. Bu varsayımda ELEKTROMAGNETİZMA kuramı belirmiş, ama dalgaların sıvılardaki dalga hareketine bağlanması henüz ortaya çıkmamıştı.

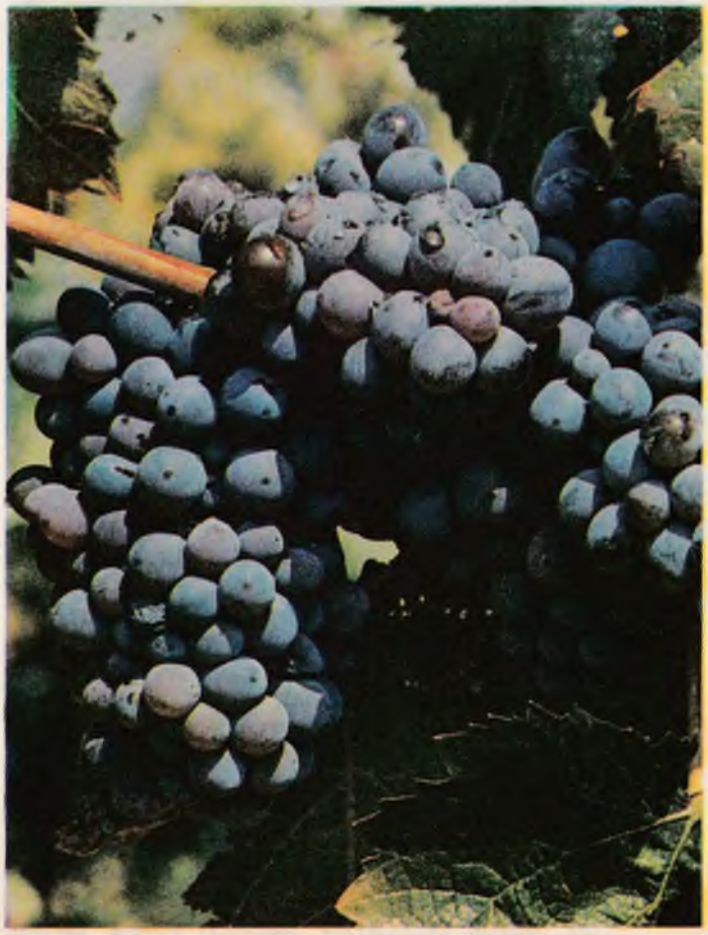
Üç yıl Aberdeen'de felsefe profesörlüğü yaptıktan sonra, 1860'ta Londra'da King's College'de fizik dersleri vermeye başladı. Bu arada Satürn'ün halkaları üstüne çalışmalarından (bu halkaların küçük tanecikler içeren gazlardan oluştuğunu öne sürüyordu) yola çıkarak, gaz kuramı araştırmalarına eğildi. Bir gazda bütün moleküllerin aynı hızla hareket etmediklerini, hızların, moleküller arasında olasılık kuramına göre gelişigüzel paylaşıldığını varsayarak, «istatistik mekanik» adı verilen bilim dalının öncülüğünü yaptı. Elektromagnetik enerjinin dalgalar halinde hareket ettiğini, ışığın da elektromagnetik enerjinin özel bir türü olduğunu öne sürdü. XX. yüzyılın ilk yarısında, çağdaş fiziğin öncüsü Max PLANCK, elektromagnetik dalgaların, KUVANTUM KURAMI'na göre, ayrı kuvantumlar halinde hareket ettiğini gösterdi.

MAYA

Maya, tek hücreli bir mantar türüdür. Birkaç mantar grubuna bağlı binlerce değişik tür maya bilinir, ama bunların yalnızca bir bölümü endüstride kullanılır. Doğal durumda liflerden oluşan bazı mantarlar, belirli koşullar altında, maya türleri üretirler.

Bazı lifli mantarlar da mayalama işleminde kullanılır, ama maya kullanımı daha yaygındır. Maya hücrelerinin, küremsi biçimleri nedeniyle, yüzey alanları lifli mantarlarınkinden daha büyüktür. Hücrenin kimyasal bakımdan etkin yüzeyi daha geniş olduğundan, içinde geliştiği ortamla daha kolay etkileşip, daha kuvvetli mayalanmaya neden olur. Ayrıca, maya

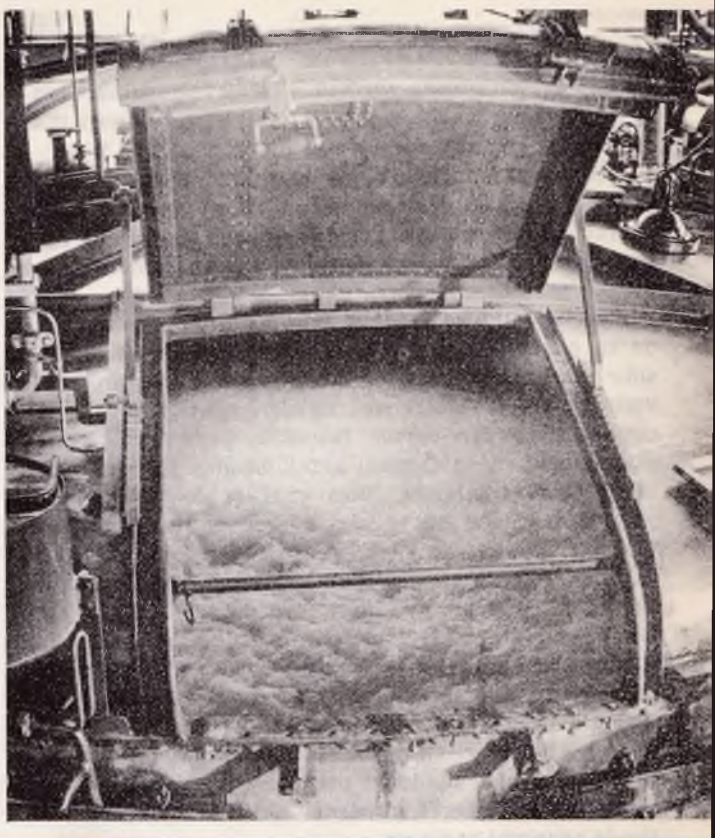
Resimde (altta) görülen üzümler, mat mavimsi renklerini, üstlerindeki maya hücrelerinden alırlar. Şarap yapımında bu hücreler, üzüm suyuna karışarak mayalanmaya yolaçarlar.



hücreleri, birbirlerinden ayrı olduklarından, ortam içinde daha kolay dağılırlar.

Mayalar çeşitli yerlerde bulunurlar: Toprakta; havada; tatlı ve tuzlu suda; canlı bitkilerde; besin maddelerinde. Bu ortamlarda uzun süre yaşayabilir ve gelişip zamanla çoğalabilirler. Yiyeceklerin doğal mayaların etkisiyle değişikliğe uğradığının bulunması oldukça eskiye dayanır. Besinlerin bozulmasına da yolaçan mayaların, bazen yiyeceklerin tadında olumlu değişiklikler yaptığı anlaşılmış ve ekmek yapımında kullanılan hamur, mayaların dışarı verdikleri karbon dioksit gazıyla kabartılmıştır. İyi kabarmış bir parça hamur saklanıp, bir sonraki hamura karıştırılırsa, yeni hamur «tohumlanmış» olur ve o da iyi kabarır.

Ama, mayalanmaya canlı organizmaların neden olduğu ancak 1866 yılında, Louis Pasteur tarafından



Uygun türden bir maya hücresi seçilir; arı su, şeker pekmezi ve fosfatlanmış bir test tüpü içinde bir kültür geliştirilir. (sağda) Bu kültür, daha sonra, su, şeker pekmezi, mineral tuzları ve amonyak içeren mayalama kazanına geçirilir. Mayalanma tamamlandığında, bir tek hücre çoğalmasından, bir tonun üstünde maya oluşur.
Bira mayası hücreleri. Resimde (altta) oluşum halinde tomurcuklar da görülmektedir.

ortaya çıkarıldı. Pasteur, ilk çalışmalarını ŞARAP ÜRETİMİ konusunda yürüttü. «Şarap konusunda araştırmalar» adlı yazısı, bilimsel olarak uygulanan mayalamanın başlangıcını oluşturur.

Şarap yapımında, doğal olarak toprakta bulunan ve buradan üzüme, oradan da üzüm suyuna geçen mayadan yararlanılır. Eskiden şaraba başka bir maya eklenmezdi, ama günümüzde, zaman zaman yapay olarak geliştirilmiş maya da kullanılmaktadır.

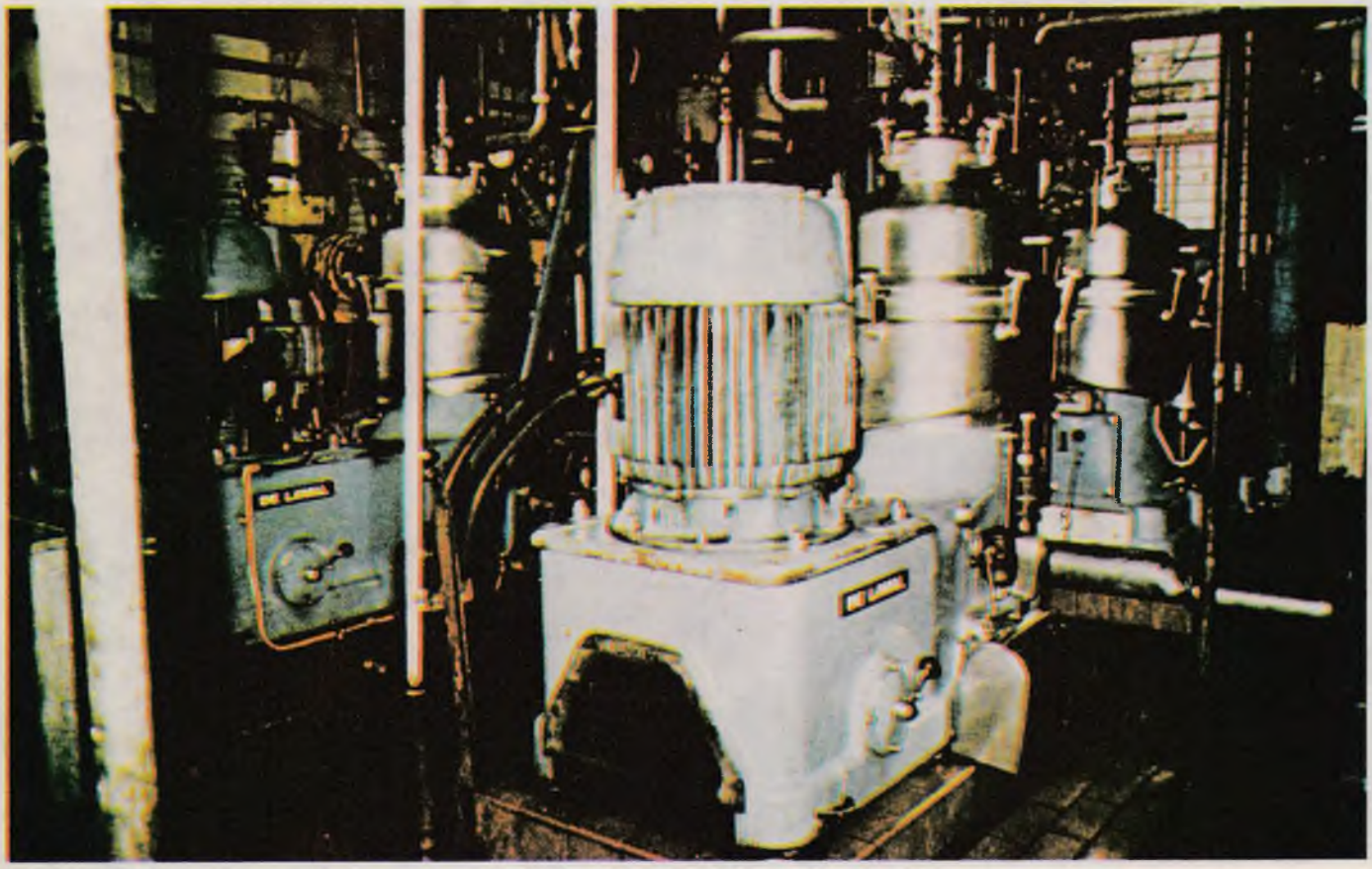
Ekmek ve bira yapımı: En iyi bilinen ve endüstride en çok kullanılan maya, bira ya da ekmek mayasıdır *(Saccharomyces cerevisiae)*. Bu maya, en geniş yerinde çapı yaklaşık altı mikron olan, yumurta biçimli hücrelerden oluşur. Hücreler, büyümeyi, üremeyi ve doğal mayalanmayı kendi başına gerçekleştirebilen organizmalardır. Bira mayası *tomurcuklanma* yoluyla ürer. Her hücre, ana hücreden, ana çekirdeğin tam bir kopyası olan bir çekirdek alır. Sonuçta hücre yapısını denetleyen çekirdek olduğuna göre, yavru ile ana, tıpatıp aynı özellikleri taşır. Değişik maya türleri, farklı kimyasal etkiler yarattığından, belirli bir türün üreme sırasında değişmemesi endüstride büyük önem taşır. *Saccharomyces cerevisiae*'den melez türler üretmek, karışık bir işlemdir, ama başarılı sonuçlar alınabilir. Günümüzde ekmek yapımında, çok sayıda kimyasal maddeyi mayalayabilen türler kullanılır; böylece, gerekli kabarma süresi kısaltılarak, üretimde ekonomi sağlanır.

Bira mayası hücresi, uygun şeker molekülleriyle karşılaştığında, tıpkı öteki organizmalar gibi, onları soğurup büyüme ve soluma için tüketir. Soluma için oksijen de gereklidir ve sonuç olarak, ortaya karbon dioksit çıkar. Mayalama kazanında yeterli oksijen bulunmazsa, maya, şekerin bir bölümünü alkol ve oksijene dönüştürür. Oksijen, soluma sürecinde tüketilir; alkolse, kazan içine salgılanır. Alkol mayalanmasının ilkesi budur. Alkol oranı yaklaşık % 6'yı geçtiğinde ya da şeker tükendiğinde, mayalanma durur.

Besin mayası: Besin mayası söz konusu olduğunda, işlemin amacı, alkolden çok, maya üretmektir. Bu yüzden, kazana hava verilerek, mayanın hızla çoğalması, alkol oluşumunun da düşük olması sağlanır. Maya hücreleri, büyük miktarda protein ve yağın yanı sıra, özellikle *B* grubu vitaminleri bakımından zengindirler. Bu nedenle, besin olarak oldukça değerlidirler.

Torulopsis utilis (besin mayası), mayalanabilen yararsız maddeleri, büyümesi için kullanılabilme özelliği taşır. Sözgelimi, kağıt yapımının sülfit işleminde kullanılan artık sıvıda gelişebilir. Sülfit kadar, sıvı da, şeker içerir. Artık sülfit soğutulur ve sıvı, maya

Bira mayası ayırıcıları. (altta) Maya, mayalanma süreci sonunda, santrifüjlerle artık sıvıdan ayrılır. Koyu bir kremaya benzeyen bu maya, soğutulduktan sonra depolanır.



hücreleriyle tohumlanıp, içine basınçlı hava pompalanan mayalayıcıya geçirilir. Sonra sıvı dışarı çekilip, maya hücreleri, santrifüjle ayrılır. Bu işlemden geçirilen sıvıdaki şeker oranı çok düşüktür ve çevre kirlenmesine yolaçmaz. Böylece oluşan maya hücreleriyse, ısıtılarak öldürülür ve hayvan besinlerinde kullanılır. Maya hücreleri, çok lezzetli olmamakla birlikte, çok besleyicidirler ve insan besini olarak da kullanılabilirler.

Maya ve mantarlarla başka ticari işlemler de yürütülür. Asit sitrik, endüstride *Aspergillus niger* türlerinden üretilir ve turunçgillerden elde edilmesinden daha ucuza mal olur.

Gliserin, bira mayasıyla ya da benzer mayalarla, yalın alkol mayalanmasına benzeyen bir yöntemle üretilebilir. Alkali bir ortamda yürütülen bu işlemde, sodyum sülfit ve karbonat yavaş yavaş eklenir.

Pirinç gibi nişasta kaynaklı maddelerin mayalanması, iki aşamalı bir süreçte gerçekleşir. Nişasta önce bileşenlerine, yani şekerlere ayrıştırılır; sonra da şekerler, normal yolla mayalanır.

MAYIN

Mayınlar, kara ve denizde kullanılan silahlardır. Belirli hedeflere yöneltilmemeleriyle öteki silahlardan ayrılırlar. Bir yere bırakılan mayın, yıllarca patlamaya hazır halde kalabilir. Modern mayınların bulunması ve tahrip edilmesi oldukça zordur.

İlk mayınlar denizde kullanıldı: 1585 yılında Hollandalılar, İspanyol gemilerine karşı, saat mekanizmasıyla çalıştırılan patlayıcı maddeleri kayıklara yerleştirdiler. Mayın kullanımı, Birinci Dünya savaşında arttı. 1914-1918 yılları arasında çeşitli yerlere, toplam 240 000 mayın yerleştirildi. Gene Birinci Dünya savaşında Almanlar, mayınları yalnızca savaş gemilerine karşı değil, ticaret gemilerine karşı da kullandılar. İkinci Dünya savaşında, havadan mayın döşeme tekniğinin geliştirilmesiyle, Tuna gibi büyük ırmaklar da mayınlandı.

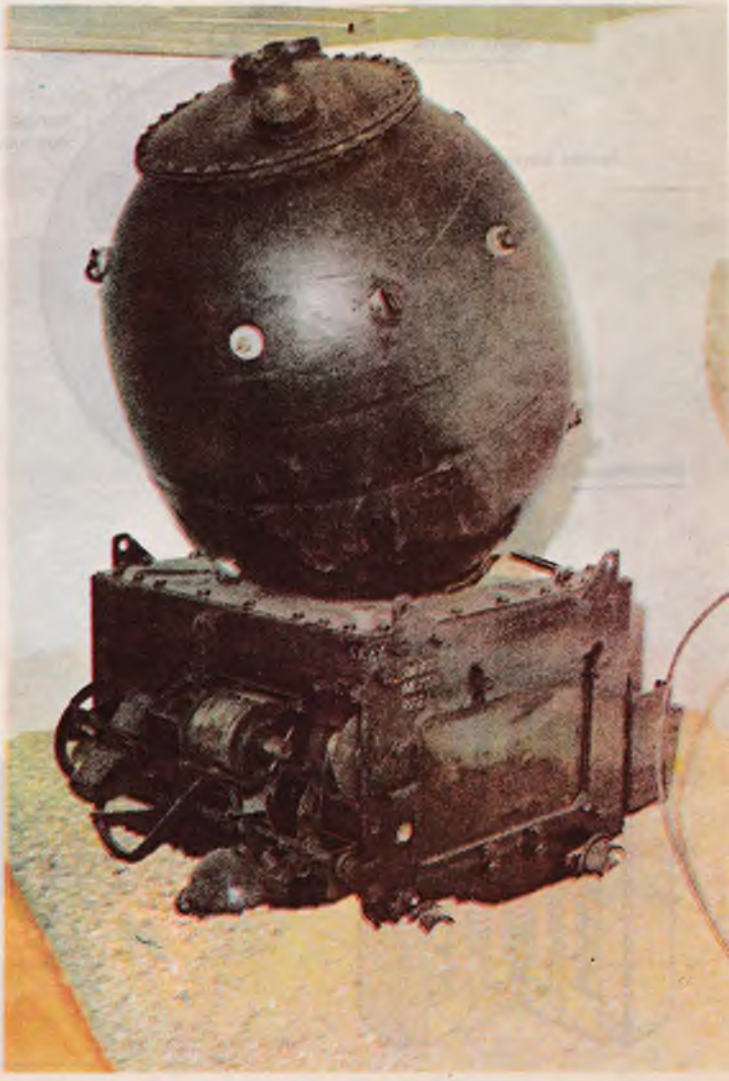
Birinci Dünya savaşında Almanlar tarafından kullanılan ilk kara mayınları, TANK'ların ağırlığıyla patlayacak biçimde toprağa gömülen, top mermilerinden oluşmaktaydı. Piyadeye karşı ve tanklara karşı mayınlar, ancak İkinci Dünya savaşında yapıldı ve Kuzey Afrika ile S.S.C.B. cephelerinde kullanıldı.

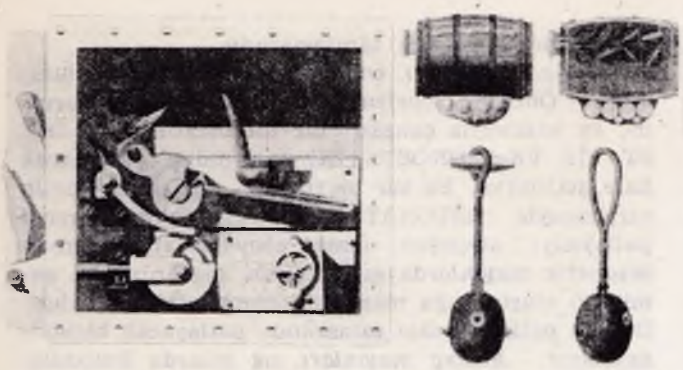
Deniz mayınları: Deniz mayınları, gemilerin, bazı sulara girmesine engel olan, etkili ve ucuz silahlardır. Yok edilmeleri oldukça güçtür. Deniz mayınları, gemilerin en zayıf bölümleri olan su altı kesiminde hasara neden olurlar.

Başlıca iki tür mayın vardır: *Denetimli; bağımsız.* Denetimli mayınlar, kablolarla, bir denetim ve gözetleme istasyonuna bağlanır. Bu tür mayınlar, genellikle, liman güvenliği için kullanılır. Bağımsız mayınlarsa, ya bir şamandıraya ya da deniz yatağına bağlanır; ya temasla, ya magnetik olarak, ya basınçla ya da akustik aygıtlarla patlarlar. Mayınların geliştirilmesi sürdürülmektedir. Gelecekte, DOPPLER OLAYI yardımıyla ya da kızılaltı alıcılarla patlayan nükleer mayınların yapılacağı sanılmaktadır.

Temas mayınları, emniyete alınarak denize bırakılırlar. Önceden belirlenmiş bir derinliğe battıklarında, su basıncıyla çalışan bir hidrostatik aygıt (Bk. STATİK VE HİDROSTATİK) tarafından, patlayacak hale getirilirler. Bu tür mayınların üstünde, geminin çarpmasıyla DETONATÖR'e elektrik akımı vererek patlayıcıyı ateşleyen temas «*boynuz*»ları bulunur. *Magnetik mayınlar*daysa, ateşleme mekanizması, gemilerin oluşturduğu magnetik alanın etkisiyle çalışır. Duyarlı patlayıcı, tam zamanında patlayacak biçimde ayarlanır. *Basınç mayınları*, sığ sularda kullanılır. Üstlerinden geçen gemilerin etkisiyle su basıncının azalmasıyla patlarlar. Mekanizmada, suya açık bir yuvada bulunan bir diyafram vardır. Geminin geçmesiyle düşen su basıncı etkisiyle diyafram, alçak basınç bölgesine doğru hareket edip, detonatörü ateşler. Akus-

Bir deniz mayını ve taşıyıcısı. (altta) Bu mayın, taşıyıcıya bir kabloyla bağlıdır. Mayın patlamaya hazır hale geldiğinde, taşıyıcı ayrılır.

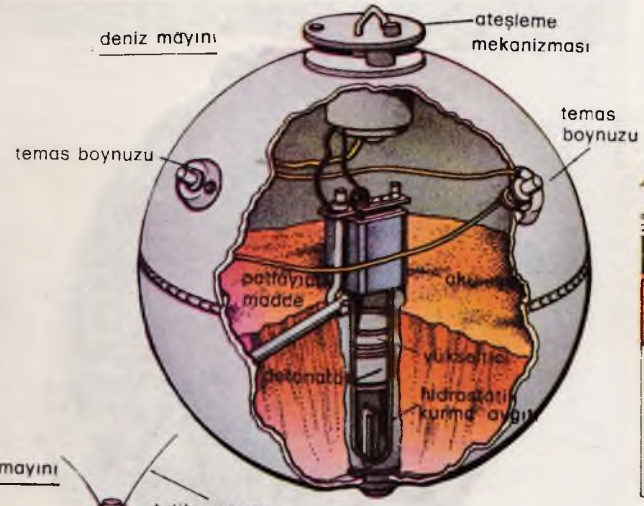


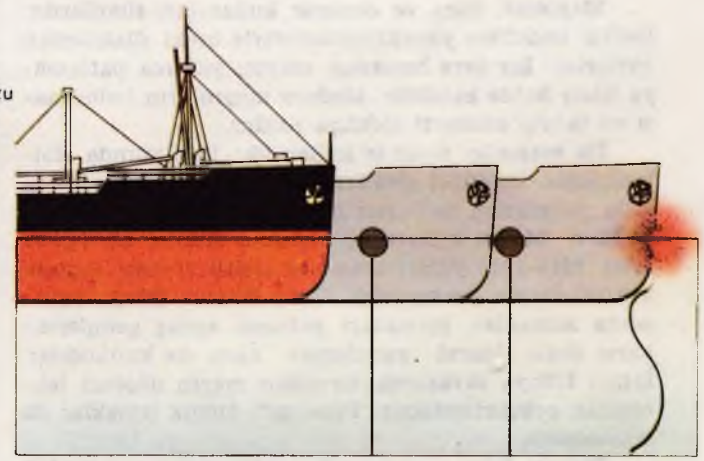


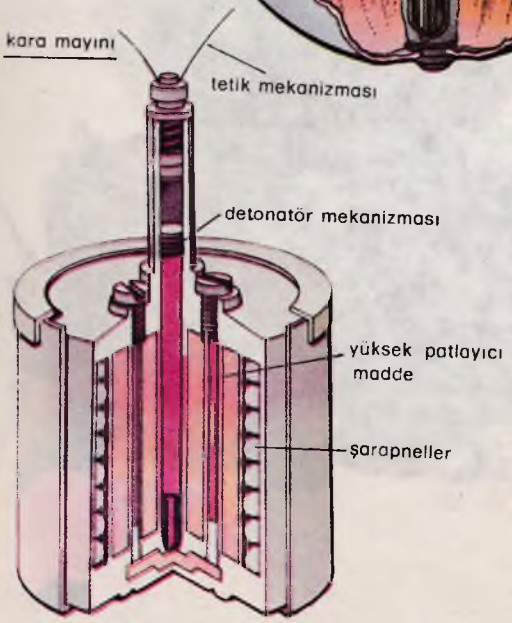
Üstteki resimde, eski deniz mayınları (resmin sağında) ve saatli ateşleme mekanizması görülmektedir. Deniz mayınının temas boynuzlarından birine gemi çarptığı zaman, detonatör, bir pilden gelen elektrik akımıyla ateşlenir. (altta) Kara mayınıysa, ayak basıncıyla ateşlenir ve iki ayrı patlayıcısı vardır. Bunlardan biri mayını havaya fırlatır, öteki de şarapnelleri çevreye saçar.

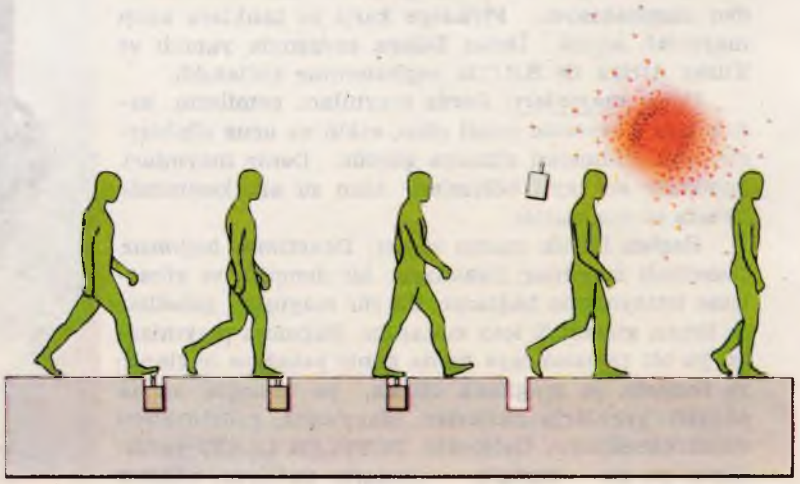
tik ve magnetik mayınların patlamaya hazır hale getirilmesinde de, buna benzer bir basınç sisteminden yararlanılır. *Akustik mayınlar*da, gemi pervanelerinin seslerini alan bir mikrofon bulunur ve ses, belirli bir düzeye çıktığında, detonatör ateşlenir. Ne var ki, mayınların üstleri zamanla yabancı maddelerle kaplandığından, aygıtın duyarlığı azalır. Bu nedenle, daha sonra yapılan mayınlarda, akustik sistem, yalnızca mayının kurulmasında kullanılmıştır. Patlama içinse, basınç ya da magnetik sistemlerden yararlanılmıştır.

Mayın tarama: Deniz dibine bağlı mayınlar, PARAVAN'larla taranır. Paravan, mayın tarama gemisinin bir yanına bağlı, su altında çekilen, torpil biçimli dubalardan oluşur. Paravana çekilen mayının bağlama kablosu kesilir. Yüzeye çıkan mayın, temas boynuzlarına (çıkıntılarına) ateş edilerek patlatılır. Magnetik mayınlar, içinden elektrik akımı geçen iki kabloyla donatılmış iki tarama gemisiyle patlatılır. İki kablo arasında oluşan magnetik alan, mayınların patlaması için yeterli olmaktadır. Buna karşılık, basınç mayınlarının taranması oldukça güçtür. Bunlar, genellikle uzaktan çekilerek, üstlerinden geçirilen bir tek-









neyle patlatılırlar. Ama bu yöntem oldukça tehlikeli, yavaş ve pahalıdır. Akustik mayınlar, üstlerinden gürültü yapan bir aygıt geçirilerek patlatılır.

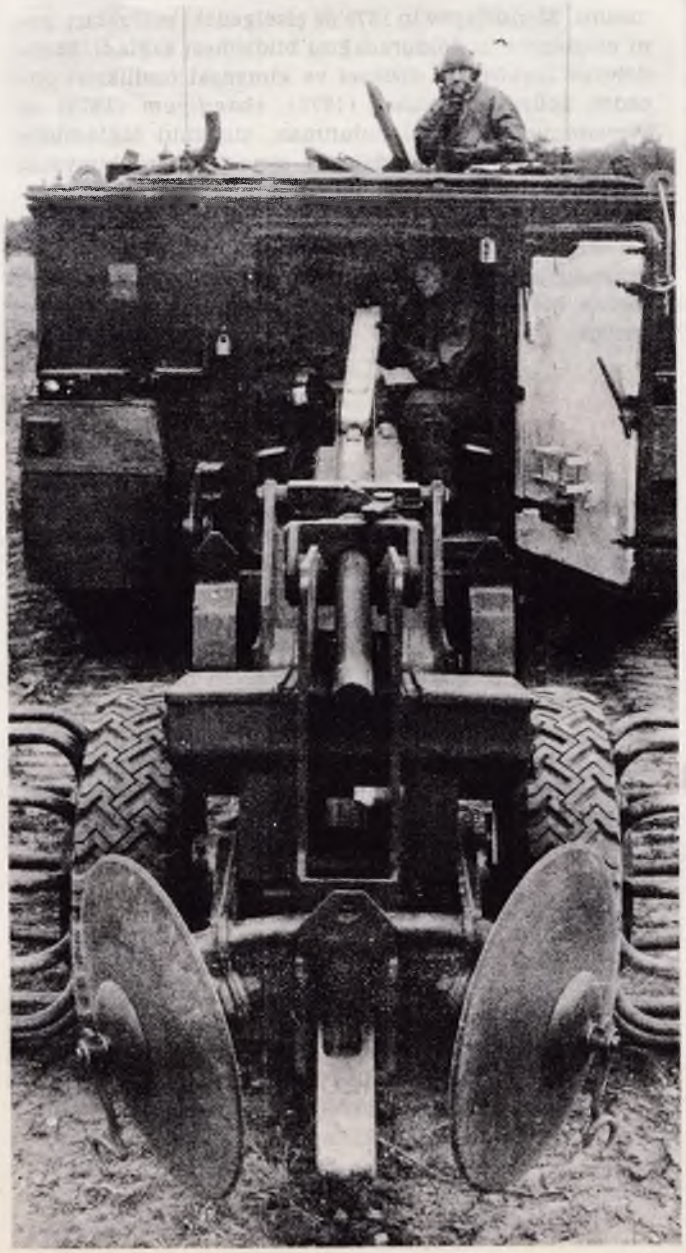
Kara mayınları: Modern kara mayınları, içlerinde patlayıcı madde bulunan bir gövde ile bir tapadan oluşur. Mayının biçimi, kullanılacağı yere göre değişir. Kullanılacak malzeme de, mayının parça etkisi ve yerinin belirlenmesini güçleştirme özelliği göz önüne alınarak saptanır. Piyadeye karşı döşenen mayınlar, genellikle, plastik gibi, iletken ve magnetik olmayan maddelerden yapılır. Ayrıca mayının gövdesine, kaldırılıp tahrip edilmesini önleyecek türde bir aygıt takılabilir. Bazı mayınlar, patlama sırasında havaya fırlayacak biçimde yapılır. Böylece patlamanın daha uygun koşullarda gerçekleşmesi sağlanır. Mayının içindeki patlayıcının miktarı, piyadeye karşı döşenen türlerde 0,5 kg kadar, tanksavarlardaysa 9 kg kadardır. Patlayıcı, etkisini doğrudan yapabildiği gibi, küçük şarapnel parçaları fırlatarak da gösterebilir. Bu tür mayınların bir türü, patlama sırasında, hedefin altına doğru yanıcı gaz püskürtür. Ateşleme sistemi, ya doğrudan doğruya bir basınçla ya da hareketli bir çubuk ve tele uygulanan bir güçle çalışır.

Piyadeye karşı kullanılan mayınlar, ya *parça etkili* ya da *doğrudan patlayıcı etkili*dir. Parça etkili mayınlar, patladıklarında, çevrelerine yüksek hızlı ve oldukça uzun menzilli birçok parça saçarlar. Bu türden olan *sıçratmalı mayınlar*da, parçalar, 2 m kadar havaya sıçrayıp çevreye saçılırlar. *Sabit yönsüz mayınlar*, toprağın üstüne ya da birkaç santim altına yerleştirilir ve patlamada, parçaları yukarı ve yanlara doğru saçarlar. *Sabit yönlü mayınlar*sa, parçaları 60°'lik bir açı içine atarlar. Amerikan Claymore mayını, bu türdendir. Gövde içinde, yaklaşık 300 çelik şarapnel içeren eğimli bir patlayıcı tablası bulunur. Doğrudan patlayıcı etkisi yapan mayınlarınsa, etki alanı kısıtlıdır. Yalnızca kendilerine çarpana zarar verirler.

Toprağın altına döşenen tanksavar mayınlarında, çok miktarda yüksek patlayıcı bulunur. Bu tür mayınların patlaması için, üstlerinden yaklaşık 140-180 kg'lık bir ağırlığın geçmesi gerekir. Tanksavar mayınlarının bulunup tahrip edilmesini güçleştirmek için, bunların yanlarına ayrıca, piyadeye karşı mayınlar da döşenir.

Belirli noktalardan çevreye kimyasal maddeler saçan, kimyasal mayınlar da kullanılmaktadır. Bunlarda, kalıcı ya da geçici sıvı ve gaz kullanılır. Mayın tarlalarına bu tür kimyasal mayınlar döşendiğinde, düşmanın ilerlemesi güçleşeceğinden, kimyasal maddelerin etkisi daha da artar.

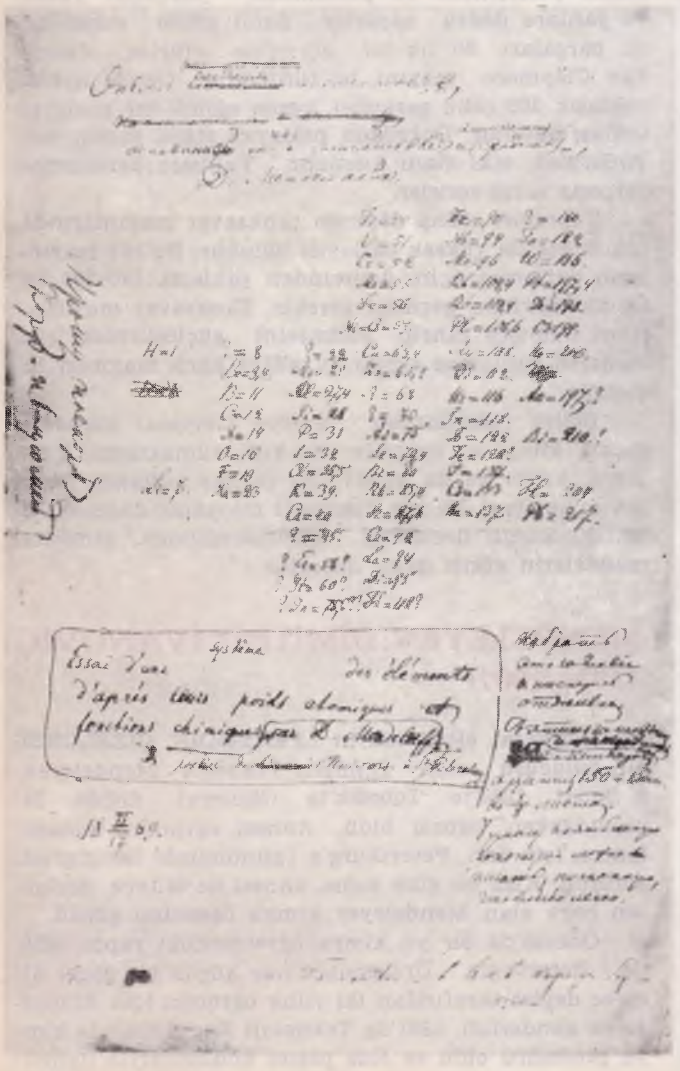
Bir zırhlı araçla çekilen otomatik mayın döşeme makinası. (altta) Bu donatım, uzunlukları 1 m, ağırlıkları da 10 kg olan çubuk mayınların döşenmesinde kullanılmaktadır. Mayınlar, mayın bulucularıyla kolayca bulunmamaları için, plastikten yapılmıştır.



MENDELEYEV, DİMİTRİY İVANOVİÇ (1834-1907)

Kimyasal elementlerin PERYODİK ÇİZELGESİ'nin bulucusu olan Dimitriy İvanoviç Mendeleyev, 8 Şubat 1834'te Tobolsk'ta (Sibirya) doğdu. 14 yaşındayken babası öldü. Annesi, eğitimini tamamlaması için onu, Petersburg'a (günümüzde Leningrad) götürdü. Kısa bir süre sonra annesi de ölünce devletten burs alan Mendeleyev, kimya öğrenimi gördü.

Odessa'da bir yıl kimya öğretmenliği yaptı. 1856'da Petersburg Üniversitesi'nde küçük bir görev aldı ve devlet tarafından iki yıllık öğrenim için Almanya'ya gönderildi. 1861'de Teknoloji Enstitüsü'nde kimya profesörü oldu ve Rus petrol endüstrisiyle ilgilen-



Mendeleyev'in İ.J. Repin tarafından yapılmış bir portresi. (solda üstte)

Mendeleyev'in 1869 Martında yaptığı ilk elementler çizelgesinin taslağı. (solda altta)

meye başladı.

1850 - 1860 yıllarında, birkaç ülkede, elementleri sınıflandıran sistemler öne sürüldü (bunların en önemlileri, İngiliz kimyager William Odling [1865] ve Alman Lother Meyer'in [1869] sistemleridir). Elementleri, artan atom ağırlıkları sırasına ve özelliklerinin yinelenme sıklığına göre düzenleme düşüncesi kalıplaşmıştı. Bu nedenle, 1869'da Mendeleyev yeni bir sistem öne sürdüğünde, bu çalışma pek ilgi görmedi.

Sistemin, önem kazanarak, sonunda kabul edilmesini, Mendeleyev'in 1871'de çizelgedeki boşlukları yeni elementlerin dolduracağını bildirmesi sağladı. Mendeleyev tarafından fiziksel ve kimyasal özellikleri önceden belirtilen *galyum* (1875), *skandiyum* (1879) ve *germanyum*un (1886) bulunması, sistemin sağlamlığını ortaya koydu. Mendeleyev sistemi, hem kimyasal elementlerin yapılarına ilişkin bilgileri birbirine bağlıyor, hem de daha sonraki buluşlara yol gösteriyordu.

1955'te Kaliforniya Üniversitesi'nde bireşimi gerçekleştirilen, 101 atom numaralı, yeni radyoaktif elemente, Mendeleyev'in anısına, *mendelevyum (Md)* adı verildi.

MERCEK

Merceğin çalışma ilkesi, ışığın havadan cama girişi sırasında ortaya çıkan *kırılma* olayına dayanır. Mercek ekseni doğrultusunda gelen ışık ışını, fazla sapmaz. Ama geliş açısı (normalle yaptığı açı) büyüdükçe, ortaya çıkan sapma da büyür. Sapma, merceğin yapıldığı camın *kırılma indisi*yle ölçülür (Bk. OPTİK). Bu yüzden, herhangi bir cisimden çıkan ışınlar, havadan geçip, büyütücü bir merceğin dışbükey yüzeyine geldiklerinde, yeniden bir araya toplanma eğilimi gösterirler. Bu ışınlar, mercekten çıkarken daha da yakınsadıklarından, yakındaki bir ekran üstünde cismin görüntüsünü oluşturabilirler. Mercek yüzeyinin eğriliği ne kadar çoksa, ışığın yakınsaması da o kadar fazla olur ve görüntünün oluştuğu nokta, merceğe yaklaşır.

Merceğin *odak uzaklığı (f)*, uzaktaki bir cismin görüntüsünün oluştuğu ekran ile mercek arasındaki uzaklık olarak tanımlanır. Merceğin yakınsaklaştırma özelliği ne kadar büyükse, büyütme oranı da o kadar büyüktür. Büyütme oranı, odak uzaklığının tersinin metre cinsinden ifadesiyle ($1/f$) tanımlanır ve «*diyoptri*» (ya da *derece*) diye adlandırılır.

Uzaktaki bir cisim merceğe yaklaştırılırsa, görüntüsü, merceğin odak noktasından daha ilerde oluşur. Bu yüzden de ekranı daha geriye götürerek, mercek - ekran arası uzaklığı artırmak gerekir. Gözde iki mercek bulunur: *Saydam tabaka*; *göz merceği*. Bu iki mer-

cek birlikte, dış dünyanın görüntüsünü, ışıga duyarlı *ağtabaka* üstüne düşürürler. Göz, değişik uzaklıktaki cisimlerin görüntüsünü oluştururken, göz merceği ile ağtabaka arasındaki uzaklık değişmez. Bunun yerine, gözbebeğinin hemen arkasında bulunan göz merceğinin odak uzaklığı değişir. Göz merceğinin odak uzaklığının çeşitli değerler alması, kaslar yardımıyla göz merceğinin eğrıliği değiştirilerek sağlanır. Ne var ki, göz merceğinin esnekliği sınırlı olduğundan, belirli bir uzaklıktan daha yakına getirilen cisimlerin görüntüsü tam olarak odaklanamaz. Gençlerde bu uzaklık, 10 cm kadardır. Yaş ilerledikçe, göz merceğinin esnekliği azalır ve en yakın görme uzaklığı 50 cm'ye yükselir. İleri durumlarda «*hipermetropluk*» adı verilen bu bozukluğun, gözlükle düzeltilmesi gerekir.

Daha ender raslanan başka bir durumsa, ağtabakanın ışınları aşırı derecede yakınsaklaştırması sonucu doğar (miyopluk). Bu gibi durumlarda içbükey yüzeyli gözlük camları kullanmak gerekir.

Odak oranı: Merceğin yüzeyi büyüdükçe, geçirdiği ışık miktarı artar. Mercekten geçen ışının oluşturduğu görüntünün büyüklüğüyse, merceğin odak uzaklığı arttıkça fazlalaşır. Dolayısıyle, çapı büyük, odak uzaklığı küçük merceklerin verdiği görüntü parlak olur. Odak uzaklığının mercek çapına oranına, «*odak oranı*» denir. Çapı, odak uzaklığının yarısı kadar olan bir merceğin odak oranı, f_2 olarak gösterilir. FOTOĞRAF MAKİNASI gibi çalışan gözümüz, gözbebeğinin çapını değiştirerek, ağtabaka üstündeki görüntünün parlaklığını da denetler. Bu sırada gözün odak oranı, f_{10} - f_3 arasında değişir.

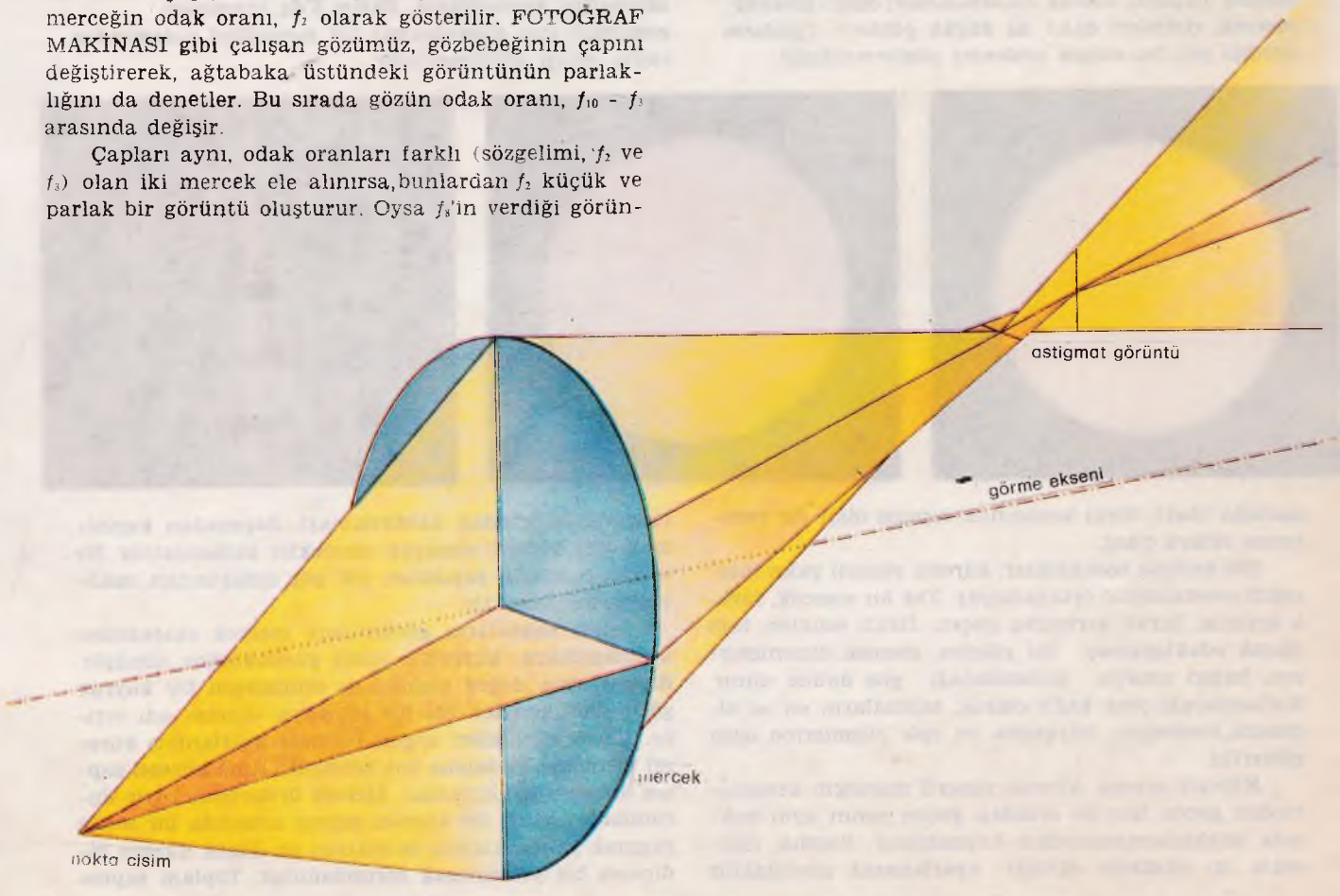
Çapları aynı, odak oranları farklı (sözgelimi, f_2 ve f_3) olan iki mercek ele alınırsa, bunlardan f_2 küçük ve parlak bir görüntü oluşturur. Oysa f_3'ün verdiği görüntü, daha büyük ve mercekten oldukça uzaktadır.

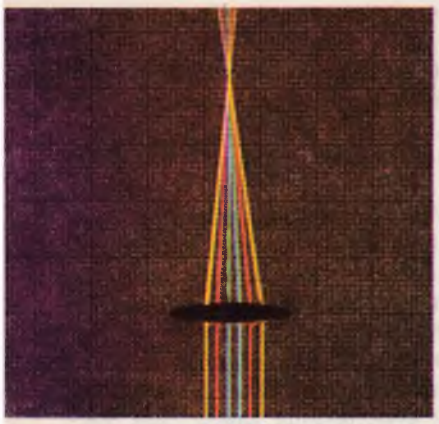
Merceğin *ayırma gücü*, yani ince ayrıntıları görüntüleyebilme özelliği, mercek çapı büyüdükçe artar. Sözgelimi, iğne deliğinden herhangi bir yere bakılırsa, göz merceğinin normal olarak 4 mm olan çapı, 1 mm'den daha küçük bir değere iner ve bakılan cisim net olarak görülemez.

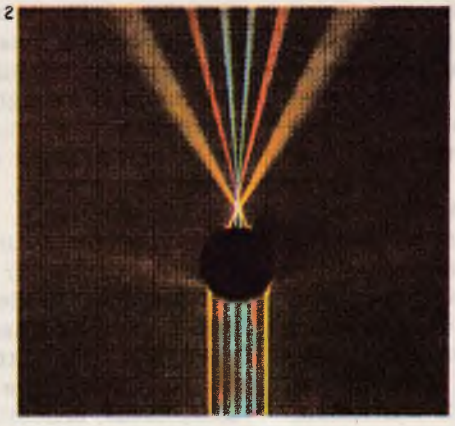
Mercek türleri: Yalın mercekler, yüzeyleri küre parçası biçimine getirilmiş bir tür camdan yapılır. Deneyler, bu türden bir mercekle bakıldığında, merceğin kenarlarından görülen görüntü ile orta bölümünde görülen görüntü arasında fark olduğunu gösterir. Ayrıca, görüntünün bütününde bir yamulma söz konusudur. Sözgelimi, böyle yalın bir mercekle bir gazeteye baktığımızda, merceğin kenarlarında gazete, dışa doğru bükülüyormuş gibi görünür. Siyah zemin üstünde duran beyaz bir cisme bakıldığındaysa, cismin bir ke-

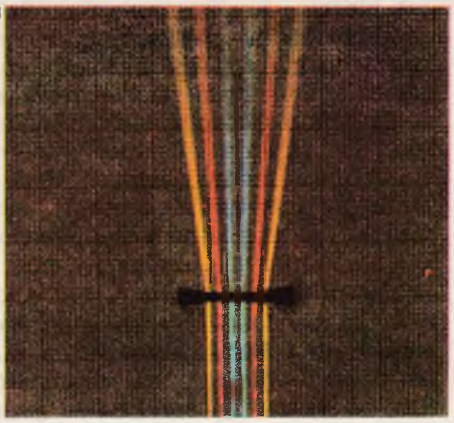
---

Astigmatlık, tam bakışım göstermeyen merceklerde ortaya çıkan bir kusurdur. (altta) Nedeni, odak uzaklığının bir yönde farklı olmasıdır. Sözgelimi, bir ışık noktası, iki odak uzaklığına göre yön değiştiren küçük bir çizgi durumunu alır. İnsan gözünde de astigmatlığa raslanabilir. Bu durumda, görüntüyü gereken doğrultuda sıkıştıracak gözlük camları kullanılır.



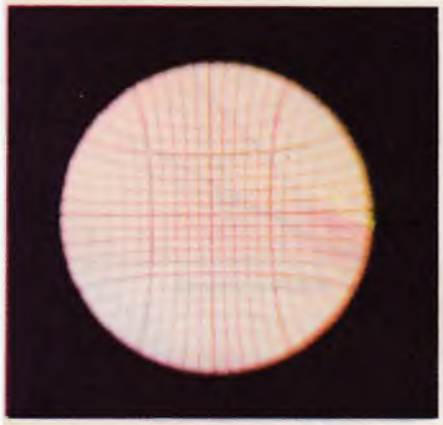


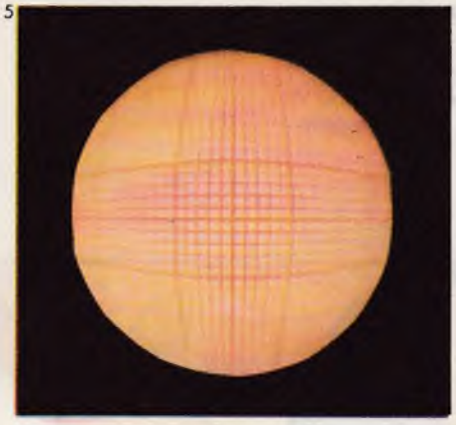


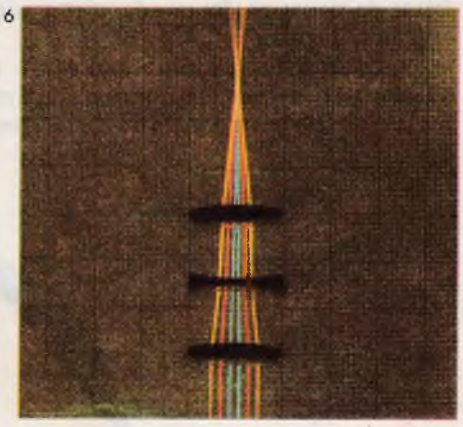


Değişik merceklerin özellikleri. (üstte ve altta) Resim 1'de, dışbükey mercekten geçen paralel ışın demeti görülmektedir. Merceğin kenarlarına yakın yerden geçen ışınlar daha çok kırılmaya uğrarlar. Ortadan geçenlerde kırılma azdır; ama sonuçta, bütün ışınlar aynı odak noktasında kesişirler. Bununla birlikte, kalın dışbükey mercekler (resim 2), küresel sapma etkisi gösterir. Kenarlardan gelen ışınlar, ortadan gelenlerin önünde odaklanır. Resim 3'te görüldüğü gibi, içbükey (ıraksak) mercek, ışık ışınlarını birbirinden uzaklaştırır. Dışbükey mercek büyüteç olarak kullanılabilir; oysa, içbükey mercek, cisimleri daha da küçük gösterir. Işınların izlediği yol, bu olayın nedenini göstermektedir:

Mercekten bakan bir gözlemci, uzak bir noktadan gelen ışınları, sanki çok daha yakın, ama çok küçük bir noktadan geliyormuş gibi görür. Bu cismin görüntüsü ekran üstüne düşürülemez, elde edilen yalnızca bir görüntü izlenimidir. Buna «görünür görüntü» denir. Dışbükey mercekten elde edilen görüntüler gerçektir ve bir ekran üstüne düşürülebilir. Resim 4 ve 5'te, sırasıyla «sıkıştırma» ve «şişirme» bozulması görülmektedir. Bunların nedeni, mercek büyütmesinin merkezden kenarlara doğru değişmesidir. Netliğin bozulması, küresel sapmadan kaynaklanır. Resim 6'da, sapmaları azaltmak için düzenlenmiş bir mercekler sisteminden ışığın geçişi görülmektedir.





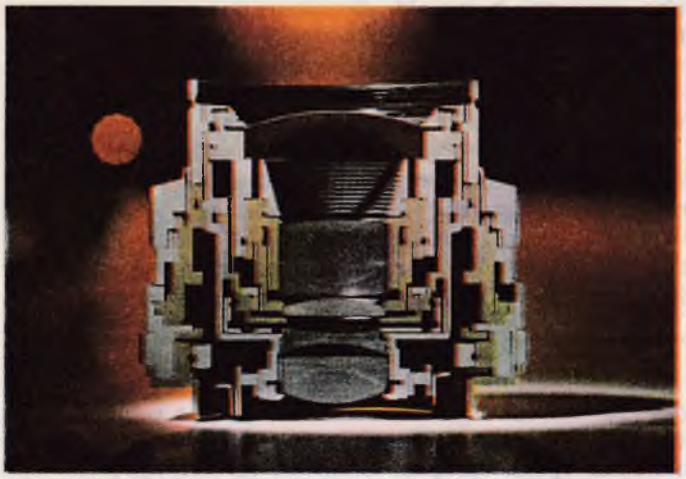


narında mavi, öteki kenarında kırmızı olan bir renklenme ortaya çıkar.

Söz konusu bozukluklar, küresel yüzeyli yalın merceğin yetersizliğini ortaya koyar. Tek bir mercek, farklı açılarla, farklı yerlerden geçen, farklı renkleri tam olarak odaklayamaz. Bu yüzden, mercek düzenlenirken, hangi amaçla kullanılacağı göz önüne alınır. Kullanılacağı yere bağlı olarak, sapmaların en az olmasına, merceğin boyutuna ve ışık yitimlerine özen gösterilir.

Küresel sapma, küresel yüzeyli merceğin kenarlarından geçen ışın ile ortadan geçen ışının aynı noktada odaklanmamasından kaynaklanır. Sapma, merceğin iki yüzünün eğriliği ayarlanarak azaltılabilir (bütünüyle ortadan kaldırılamaz). Sapmadan kurtulmak için, küresel olmayan mercekler kullanılabilir. Ne var ki, bunların yapımları çok güç olduğundan, maliyetleri de yüksektir.

Işıklı noktaların görüntüleri, mercek ekseninden uzaklaşıldıkça, kuyruklu yıldız görünümüne dönüşür. Bunlar, dışa doğru uzanan ve sönükleşen bir kuyruk görüntüsü verirler. Bu tür sapmaya «*koma*» adı verilir. Yüzey eğrilikleri uygun biçimde ayarlanmış küresel mercekte, bu sapma yok edilebilir. Ama küresel sapma ortadan kaldırılamaz. Mercek üreticileri, böyle durumlarda, koma ile küresel sapma arasında bir seçim yapmak ya da ikisinin de etkisini en düşük düzeye indirecek bir yol tutmak zorundadırlar. Toplam sapma



Tek mercekli refleks kameralarda kullanılan 35 mm odak uzaklıklı objektifin kesiti. (üstte) Yedi öğeden yapılan sistemde, en öndeki merceğe, geniş bir alanı görebilecek eğrilik verilmiştir.

etkilerini en aza indirmek için seçilecek kesin bir bağıntı bulunmadığından (ayrıca, net görüntü sağlayacak en iyi düzenleme gereksiniminin de göz önünde tutulması gerektiğinden), mercek üreticisi, kendi yeteneğini kullanmak zorundadır; yani bir bakıma, bir sanatçı gibi çalışır.

Renksel sapma, camın kırılma indisinin, değişik renkler için farklı olmasından kaynaklanır. Bunu ortadan kaldırma amacıyla, farklı camlardan yapılmış en az iki mercek bir araya getirilir. Böylece, birinci mercekte yayılmaya uğrayan renkler, ikinci mercek tarafından yeniden birleştirilir. Bu tür sistemlere «RENKSEMEZ MERCEK» adı verilir. Kullanılacak optik aygıt, yalnızca belirli ışık bantlarına duyarlı olacaksa, mercek üreticisinin işi kolaylaşır. Eski tür aynalı teleskoplarda, renksel sapmanın düzeltilmesi, tayfın yalnızca mavi bölgesi için yapılırdı. Çünkü, bunlarda kullanılan fotoğraf malzemesi, öteki renklere duyarlı değildi. Çağdaş fotoğraf makinalarındaysa, tayfın bütün renkleri için renksel sapma düzeltmesi yapılır. Normal ışık dalgaboyundan daha uzun dalgaboyuyla alınan kızılaltı fotoğraflarda, merceklerin odak uzaklığı, *R* harfiyle (kırmızı) gösterilen bir işarete ayarlanmalıdır.

Çok mercekli sistemlerin üretiminde yapımcılar, çeşitli sapmaları azaltmak için, mercek eğriliklerini en uygun biçimde seçebilirler. Ama, bu durumda fazla optik öğe kullanıldığından, ortaya çıkacak ışık yitimleri (merceklerdeki yansıma ve kırılmadan kaynaklanır) sorun yaratır. Bu güçlüğün üstesinden gelmek için *menevişli mercek*ler kullanılır. Menevişli merceklerin yüzeyleri, ışığı az yansıtacak (en azından belirli renkler için) bir maddeyle kaplanır. Fotoğraf makinası mercek sistemi, olabildiğince net görüntü sağlama amacıyla, bir araya getirilmiş çeşitli merceklerden yapılır. Bunlar, değişik özellikler taşırlar.

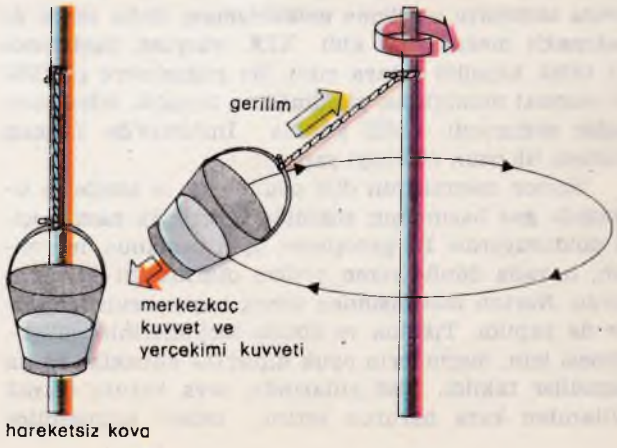
MERKEZKAÇ ve MERKEZCİL KUVVET

Bir kütle, dairesel bir yörünge üstünde hareket ettiğinde, merkezkaç ve merkezcil kuvvetler ortaya çıkar. Bir ipin ucuna bağlanan taş, bir eksen çevresinde döndürülürse, yörüngeye teğet doğrultuda fırlayıp kaçmaya çalışır. Taşı sürekli olarak yörünge dışına kaçmaya zorlayan bu kuvvete, «*merkezkaç kuvvet*» adı verilir. Taşın merkezkaç kuvvet etkisinde kalıp uzaklaşmasını önleyen ve onu yörüngede tutan kuvvetse, «*merkezcil kuvvet*» diye adlandırılır. Söz konusu örnekte merkezcil kuvvet, ipte bir gerilim oluşturur. Merkezkaç ve merkezcil kuvvetlerin şiddetleri aynı, yönleri terstir ve her zaman ikisi birlikte bulunur.

1687'de Sir İsaac NEWTON üç ünlü hareket yasası yayınlamıştır. Birinci yasada, bir kuvvet etki etmediği sürece her taneciğin, ya belli bir konumda kaldığı ya da düzgün bir hızla hareket ettiği belirtilmiştir. Hız, doğrultu belirtilmeksizin, yolun zamana göre değişimi diye tanımlanır. Oysa yönlendirilmiş hız, belirli bir yöndeki hızdır. Taş, değişmez hızla döndüğünden, düzgün bir hareket yapmaktadır. Ama, hareketin doğrultusu her an değiştiğinden, yönlendirilmiş hızı da her an değişmektedir. Newton'un birinci hareket yasasına göre, taşın etkilendiği merkezcil kuvvet, hızın değişmesine neden olmaktadır. İvme, zamana göre hızın değişmesi diye tanımlandığından, taşın ivmeli bir hareket yaptığı söylenebilir. Bu ivme, dairesel yörünge boyunca değildir; yörüngeye dik, yani dönme eksenine doğrudur. Değeriyse, yörünge hızının karesinin, yörüngenin yarıçapıyla bölümüne eşittir (V^2/R).

Newton'un ikinci hareket yasasına göre: bir cisme etki eden kuvvet, o cismin kütlesi ile kuvvetin oluşturduğu ivmenin çarpımına eşittir. Burada ivmenin yönü, kuvvetin yönüyle aynıdır. Dolayısıyle, taşı etki-

Bir eksen çevresinde dönen kova, merkezcil kuvvet sonucu ipte yaratılan gerilim nedeniyle fırlayıp uzaklaşamaz. Su, dışarı doğru savrulur. Kovanın yaptığı açı, merkezkaç kuvvet ile çekim kuvvetinin birleşmesi sonucu ortaya çıkar.



leyen merkezcil kuvvet, taşın kütlesi ile merkeze doğru olan iymenin çarpımına eşittir.

Motosikletle viraj alma: Bir motosikletin virajı dönerken devrilmeden durabilmesini sağlayan merkezcil kuvvet, lastik tekerlekler ile yol arasındaki sürtünmeden doğar. Buzlu bir yolda sürtünme çok düşük olacağından, viraj kolaylıkla dönülemez. Merkezkaç kuvvet etkisiyle dışa doğru fırlamayı önlemek için, sürücünün içe doğru yatması gerekir. Viraj, içe eğimli biçimde yapılmışsa, yolun yüzeyine dik ve motosiklet ile sürücü ağırlığının toplamına eşit bir tepki kuvveti oluşur. Bu kuvvet, ağırlığı dengeleyen düşey bir bileşen ile merkezcil kuvveti oluşturan yatay bir bileşene ayrılabilir.

Başka örnekler: Merkezkaç kuvvetler, bazı aygıtlardaki dönme hızını denetlemede (REGÜLATÖR) ve bazı DEBRİYAJ türlerinde kullanılır.

Merkezkaç kuvvetten, bazı kimyasal bileşenlerin birbirinden ayrılmasında da yararlanılır. Uzayda gezegenler ve uzay araçları, kütle çekim kuvvetleri etkisiyle elips ya da daire biçimli yörüngelerde harekete zorlanırlar.

MERMİ (tabanca ve tüfek)

Genel olarak, ateşli silahlarda kullanılan cephanelere «mermi» denir. Tabanca ve tüfek mermileri, 13 mm'den büyük kalibreli silahlarla atılan mermilerden (Bk. CEPHANE) farklıdır. «Güdümlü mermi» adı verilen uzaktan kumandalı füzelerse (Bk. FÜZE), kendinden tahriklidir, herhangi bir silahtan atılmaz.

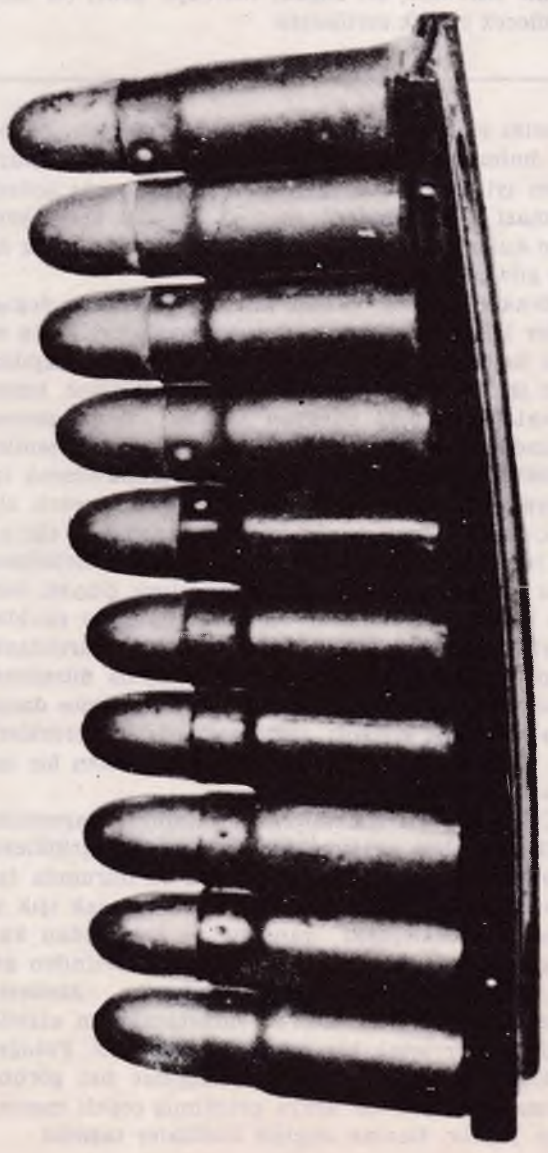
Tarihçe: TOP'un yapılışından çok sonra, XIV. yüzyılın sonlarına doğru, ilk küçük ateşli silahlar yapılmaya başlandı. Bunlar, ağaç dipçiğe bağlanmış, bir ucu kapalı olan ve mermi yatağı gibi kullanılan demir borulardan oluşan yalın aygıtlardı. Borunun kapalı ucuna daha önceden doldurulan barut, gene bu uçta bulunan bir fitille ateşlenmekteydi. Mermiler, namlu çapı ile aynı çapta, küçük küre biçimli taş ya da metal bilyalardı. Bu tür mermiler namluya iyice oturmadığından, barut ile mermi arasına, kağıt ve paçavra gibi parçalar yerleştirilirdi.

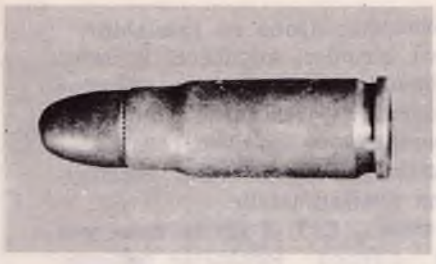
Daha sonraki beş yüzyıl boyunca, küçük ateşli silahların ATEŞLEME MEKANİZMALARI'nda pek çok gelişme görüldü. Ateşleme deliğinin yerini, önce fitil, sonra tamburlu ateşleme mekanizması, daha sonra da çakmaklı mekanizma aldı. XIX. yüzyılın başlarında da tüfek kapsülü ortaya çıktı. Bu gelişmelere ve 1780'de normal namluların yapılmasına karşılık, bilya mermiler değişmedi. 1823 yılında İngiltere'de Yüzbaşı Norton, ilk uzun mermiyi yaptı.

Norton mermisinin dibi oyulmuştu ve ateşleme sırasında gaz basıncının etkisiyle genişleyip namlu içini dolduruyordu. Bu genişleme, aynı zamanda, merminin, havada dönüş veren yivlere oturmasını da sağlıyordu. Norton mermisinden sonra başka uzun mermiler de yapıldı. Tıkama ve dönüş özelliklerinin geliştirilmesi için, mermilerin oyuk diplerine kapaklar ya da kapsüller takıldı. 1860 yıllarında, sevk barutu olarak kullanılan kara barutun yerini, temeli nitroselüloz olan dumansız barut aldı. Dumansız barut daha güçlüydü. Mermide boylamasına ve merkezkaç ivmeler oluşturarak, kurşunu parçalıyordu. Parçalanma sorununu, 1880 yılında, İsviçre ordusundan Binbaşı Rubin, ilk gömlekli mermiyi geliştirerek çözdü.

Gömlekli mermi, sert metal bir gömlek (ya da ceket) içindeki kurşun çekirdekten oluşmakta ve atış sırasında ortaya çıkabilecek 30 000 g'lik (*g*: yerçekimi ivmesi) ivmeyle 200 000 devir/dakikalık dönme hızlarına dayanabilecek kadar güçlü olmaktaydı. Bu buluşu izleyen 40 yıl süresince, mermiler, uçlarının sivril-

Altta, 7,63 mm'lik Mauser otomatik tabanca şarjörü (on mermili) görülmektedir. İlk kez 1895'te yapılan bu silah, uzun yıllar dünyanın en etkili tabancası olmuştur (günümüzde de kullanımı sürmektedir). Bazı türleri, ağaç dipçik takılarak, karabina gibi kullanılır.





1893'te Borchardt tarafından yapılmış 7,63 mm'lik Mauser tabanca mermisi.
Kovan tipi: Kenarsız, şişeboynu.
Kovan boyu: 25 mm
Kovan dip çapı: 9,9 mm
Mermi: Yuvarlak uçlu ve tam gömlekli
Mermi çapı: 7,82 mm
Sevk barutu: Dumansız barut
Sevk barutu ağırlığı: 0,42-0,58 gr
Namlu çıkış hızı: En çok 442 m/san

7,65 mm'lik Auto Pistol tabanca mermisi.
Kovan tipi: Yarı kenarlı ve düz
Kovan boyu: 17 mm
Kovan dip çapı: 8,94 mm
Mermi: Yumuşak uçlu, gömlekli
Mermi çapı: 7,82 mm
Ağırlığı: 5,8-8,1 gr
Sevk barutu: Dumansız barut
Sevk barutu ağırlığı: 0,16-0,25 gr
Namlu çıkış hızı: En çok 300 m/san

9 mm'lik Parabellum mermisi.
Kovan tipi: Kenarsız, düz
Kovan boyu: 19 mm
Kovan dip çapı: 9,9 mm
Mermi: Ucu kesik, gömlekli
Mermi çapı: 9,01 mm
Ağırlığı: 5,8-8,1 gr
Sevk barutu: Dumansız barut
Sevk barutu ağırlığı: 0,32-0,45 gr
Namlu çıkış hızı: En çok 396 m/san

tilmesi ya da kemer biçimine sokulması gibi, bazı biçimsel değişiklikler geçirdiler. Söz konusu değişikliklerin amacı, daha büyük isabet sağlamaktı.

Modern mermilerin boyları genellikle 5 kalibredir (namlu içi çapının 5 katı); kemerli uç bölümlerin uzunluğu da 2,5 kalibre kadardır. Bu tür mermilerin 9°'lik bir kuyruk açısı ve bakır-nikel alaşımı bir gömleği vardır. Gömleğin içinde bir metal çekirdek, bir patlayıcı ya da yangın çıkarıcı karışım bulunabilir. Küçük mermilerde, top mermilerindeki gibi sevk halkası bulunmaz. Tabanca ve tüfek mermileri, namlu çapından biraz daha geniş çaplı yapıldıklarından, ateşlemeden sonra dip bölümünün genişlemesiyle, yivlere uyarak dönmeye başlarlar.

Kurşun mermiler: Bilya biçimindeki kurşun mermilere, genellikle «saçma» adı verilir ve av tüfeği fişeklerinde kullanılır. Saçmalar, namlu çapından küçüktür. Patlama sırasında tıkaç görevi yapıp gazın kaçmasını engelleyen bir karton kartuş içine doldurulur. Uzun biçimli, kurşun alaşımı mermiler, 5,6 mm'lik tüfek kartuşları gibi düşük hızlı cephanelerde kullanılır. Bu mermiler, genellikle, namlu içinde kurşun parçalarının kalmaması için, yağlanırlar.

Gömlekli mermiler: Yüksek hızlı mermilere, ya metal kaplama yapılır ya da üstlerine bakır-nikel alaşımı bir gömlek geçirilir. Halk arasında «kurşun» diye adlandırılan ve insanlar ile küçük hedeflere karşı kullanılan standart mermide, kurşun alaşımı (antimon ya da kalayla sertleştirilmiş kurşun alaşımı) bir çekirdek bulunur. Balistik niteliklerinin dengelenme-

Düşük hızlı tabanca kurşunundan, kırmızı iz bırakan izli mermiye kadar, beş tip mermi. (altta) Yüksek hızlı, gömlekli mermi insanlara karşı, zırh delici mermiyse zırhlı araçlara karşı kullanılır.

si için, çekirdek, kemerli mermi ucunun tümünü doldurmaz ve ağırlık merkezinin dipte kalması amacıyla, kağıt ya da plastik gibi yoğunluğu düşük maddeler kullanılır. Dip bölümün biraz üstünde bulunan dişler, çekirdek ve gömleğin birbirinden ayrılmamasını ve kovan boynunun mermiye geçmesini sağlarlar.

ZIRH DELİCİ MERMİ'ler, hafif zırhlı araçların çelik plakalarını delebilecek biçimde yapılırlar. Bu tür bir mermi, metal bir gömlek içinde, sertleştirilmiş çelik ya da tungsten karbür çekirdekten oluşur. Zırh delici mermilerin uçları, hava direncini azaltmak için, daha uzun ve ince yapılır; ama en uç bölüm, hedefe girişi kolaylaştırma amacıyla tam sivri yapılmaz.

Yangın mermileri, yakıt depolarında, cephaneliklerde ve araçların içinde yangın çıkarma amacıyla kullanılır. Bir baryum nitrat-magnezyum karışımı olan yanıcı madde, ya normal ya da zırh delici mermilerin uçlarına doldurulur. Bu madde, merminin hedefe çarpmasıyla hemen ateşlenir. Yanışı bir saniyeden az sürer.

Daha büyük kalibrelerde, çekirdeğin bir bölümüne yüksek patlayıcı ve yanıcı madde de doldurulabilir. Bu tür, hem darbe ısısıyla, hem de burundaki bir tapayla patlatılabilir.

Atıcıların, atışlarını izleyip, hatalarını düzeltebilmeleri için, mermilerin dip bölümlerine havada iz bırakan bileşimler doldurulur. Genellikle stronsiyum tuzu ve magnezyum bileşiminden oluşan karışım, ateşleme sırasında oluşan gazlarla yanmaya başlayarak, hem gece, hem de gündüz görülebilen kırmızı bir iz bırakır.

Dumdum kurşunu, ilk kez 1890 yılında, Hindistan'ın Dumdum kentinde bulunan bir fabrikada yapıldı. Ama, açtığı yaralar son derece ağır olduğu için, 1902 yılında La Haye antlaşmasıyla yasaklandı. Dumdum, yumuşak uçlu, çatlak gömlekli ve ucu kesik biçimlerde yapılabiliyor, mermi bedene girdikten sonra, ucu açılıp kurşun dağılıyordu.

Boş mermilerdeyse, ya kurşun çekirdek yerine ateşleme sırasında kırılan ve öldürücü olmayan parçalar bulunur ya da merminin ucu kağıtla doldurulur. Bu tür mermiler tabanca doldurma ve atma eğitimlerinde kullanılır.

MESAFE KAYDEDİCİ

«*Odometre*» ya da «*turmetre*» gibi çeşitleri bulunan mesafe kaydedici, karada ya da denizde aşılan uzaklıkları kaydetmeye yarar. Bu aygıt, üstüne monte edildiği taşıtın hareketiyle çalışan bir SAYICI'dır.

Genellikle vites kutusundan ya da aktarma organlarının başka bir parçasından çıkan esnek bir kabloyla çalıştırılan otomobil kilometre yazıcısını, bütün sürücüler bilirler. Bazı bisikletlere de, ön tekerleğin çatallarından birine tutturulmuş bir mandal tarafından işletilen «devir saatleri» takılır. Teknelerde genellikle, «parakete» kullanılır. Parakete, geminin kıçına bağlanmış yalın bir odometredir. Uzun bir kablonun ucuna bağlanan bu aygıt, geminin ileriye doğru hareketi nedeniyle dönen bir pervane tarafından işletilir. Pervane, gemi gövdesinin altına da takılabilir.

Odometre, yalnızca birimleri kaydeder. Birimler, metre, kilometre ya da mil (ya da bunların yüzde ve binde biri) olabilir. Sayıcıyı çeviren şaft ile hareketin sağlandığı organ arasındaki bağlantının çok hassas olması gerekir. Hareketin sağlandığı organ değiştirilirse, odometre yeniden ayarlanmalıdır.

Sayıcıda normal olarak, 6, 7, 8 ya da daha çok sayıda, düşük dönme dirençli tamburlar bulunur. Tamburların her birinde, 0'dan 9'a kadar sayılar vardır. Ortak bir şaft üstüne monte edilmiş olan bu tamburlar, birbirlerinden bağımsız olarak hareket edebilirler. Ama sistemde bir ara bağlantı mekanizması da bulunur. En sağdaki birinci tambur, doğrudan doğruya ana giriş şaftıyla çevrilir. Birinci tambur, birinci turunun son onda birini tamamlarken, yanındaki çark dişi, birinci tambur ile ikinci tambur arasına yerleştirilmiş daha küçük bir dişliyle karşılaşır. Bu küçük dişli, ikinci tamburun «çevrilen» yüzündeki bir çarka bağlıdır. Böylece, ikinci tambur 36 derecelik bir dönüş boyunca ya da bir turun onda biri kadar bir uzunluk boyunca, birinci tamburu aynı hızda izler ve ikinci basamak sayısını yerine çeker. İkinci tambur on kısmi dönüş yaptıktan sonra, üçüncü tambur da 36 derece döner

Mesafe kaydedicilerin yaygın biçimde kullanıldığı alanlardan biri, otomobil performansının ölçülmesidir. Tekerlek, otomobilin içinde bulunan bir odometreye bağlıdır.

ve sayı 99'dan 100'e geçer. İşlem böylece sürer.

Bazı odometrelerde, daha az sayıda tambur bulunan ve genellikle dört basamak kaydeden ikinci bir sayıcı vardır. İkinci sayıcı, şafta bağlı bir dişli tarafından 1:1 oranında hareket ettirilir ve ana sayıcıyla aynı anda kayıt yapabilir. İkinci sayıcı, kısa mesafeleri kaydetmek için kullanılır. İstendiği zaman elle sıfırlanabilir. Tamburları sıfırda tutmak için yaylı mandallar kullanılır.

Odometre, elektrik düğmeleri, fotoseller, magnetik kafalar ve röleler tarafından üretilen elektrik sinyalleriyle de işletilebilir. Sinyaller, sayıcının birinci silindiri üstündeki bir kastanyolayı harekete geçiren bir bobin tarafından, mekanik harekete çevrilir. Kalıcı kayıt yapılmak istendiğinde, sinyaller, grafik çizen bir kalem ucunu harekete geçirmek için kullanılabilir. Kalemin çizdiği çıkıntıların sayısı, birimlerin sayısını verir.

Harita ya da plan çalışmasında kullanılan odometre (*«ambülatör»* ya da *«perambülatör»* de denir), çapı iki metreye kadar çıkabilen geniş bir tekerleğe bağlanmış bir çerçeveye monte edilir. Bu tekerlek, ölçülecek uzunluk boyunca sürülebilecek biçimde, ekseninden bir sapa bağlıdır. Uzun bir çap kullanılmasının nedeni, tekerleğin, çukur ve tümsekleri düzgünce aşabilmesi içindir. Harita ve plan çalışmasında, düz çizgi uzaklıkları için, yüzeyin bütünüyle düz olduğu kabul edilir. Kaldırım gibi düz yüzeyler için, perambülatör tekerleğinin çapı, 30 santimetre kadar küçük olabilir.

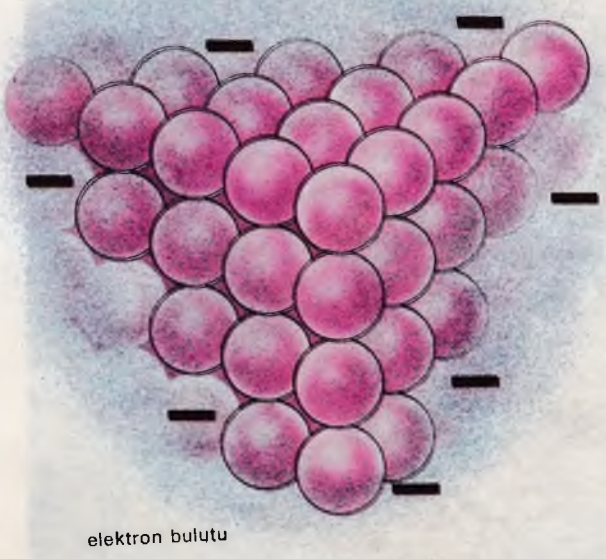
METAL

Evrenin yaklaşık % 97'si (kütle olarak) HİDROJEN ve helyumdan (Bk. ASAL GAZLAR) oluşur. Bunların yanı sıra, en çok karşılaşılan elementler arasında OKSİJEN, DEMİR, AZOT ve KARBON sayılabilir. Dünyanın oluşması sırasında, hidrojen, helyum, karbon, azot ve oksijenin büyük bir bölümü, bu elementlerin atomları yerçekimiyle tutulabilecek kadar ağır olmadıklarından, uzaya dağılmıştır. Bu yüzden, başlangıçta dünyada en bol bulunan elementin demir olduğu sanılmaktadır. Dünyanın milyonlarca yıl süren soğuması sırasında, hafif ve tepkin olan elementler, oksijen ve kükürtle birleşerek, erimiş demir çekirdeğin üstünde yüzen bir cüruf oluşturdular. Zamanla bu cüruf katılaştı ve bugün üstünde yaşadığımız yerkabuğunu oluşturdu. Yerkabuğunda en çok bulunan element ALÜMİNYUM'dur. Onu, demir, kalsiyum (Bk. TOPRAK ALKALİ METALLER), sodyum (Bk. ALKALİ METALLER), potasyum ve magnezyum izler. BAKIR, GÜMÜŞ, ALTIN ve URANYUM ise, daha az raslanan metallerdir. Ama, eşit olarak dağılmadıklarından, maden ocaklarından çıkarılabilirler. Sözgelimi, yerkabuğunda bulunan miktarı ile karşılaştırıldığında, maden yataklarında bulunan bakırın derişimi 200 kat, altının derişimiyse 5 000 kat daha fazladır.

Metallerin bulunuşu: İnsanlar tarafından ilk kullanılan metallerin, alüminyum, demir ve kalsiyum gibi en çok raslanan metaller olduğu düşünülebilir. Ne var ki, metallerin kullanılışındaki tarihsel gelişimi be-

Bir metalin iç yapısını gösteren çizim. (altta solda) Metal iyonlar (kırmızı), bilur kafesi içinde serbestçe hareket edebilen bir elektron «bulutu» biçiminde yerleşmişlerdir.

Bir bakır yüzeyin, billur tanelerini gösteren kesiti. (altta sağda)



atom ve iyon kafesi

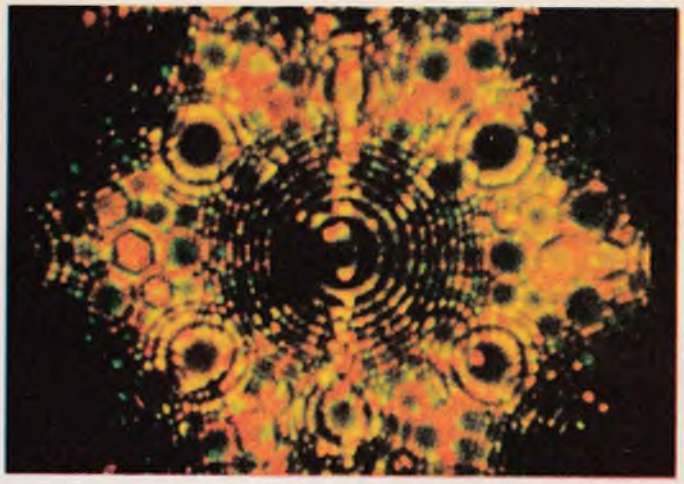
bakırın mikroyapısı

lirleyen başlıca koşulun, bu metallerin filizlerinden ayrılmasının kolay olması, durumu düşünüldüğünün tersine çevirir. Altının, yazılı tarihten çok önce kullanıldığı sanılmaktadır. Çünkü doğada altının oksit ve sülfürüne raslanmaz. Bakır, gümüş ve cıva da, bazı durumlarda doğal olarak bulunabilir. Bu yüzden kullanımları oldukça eskidir. Söz konusu metallerin oksitlerinin metale indirgenmesi de oldukça kolaydır (Bk. YÜKSELTGENME ve İNDİRGENME). Bu iş için bir açık ateş bile yeterli olabilir. Bakır ve KALAY'ın odun kömürüyle ısıtılarak filizlerinden ayrılabileceğinin bulunması, Bronz devrinin (BRONZ, bir bakır ve kalay ALAŞIM'ıdır) habercisi olmuştur. 2 000 yıl önce, daha güç olan demiri eritme becerisinin kazanılması da, Demir devrinin başlamasına yolaçmıştır. KURŞUN, eski Mısır'da eritilebiliyordu. ÇİNKO'nun PİRİNÇ alaşımında kullanılmasıysa, Romalılar zamanında bilinmekteydi.

Daha hafif olan ve daha çok bulunan metallerden alüminyumun, magnezyumun ve kalsiyumun elde edilmesiyse, XIX. yüzyıla kadar gerçekleştirilemedi. Oksitleri çok kararlı olduğundan, bu metallerin kömürle ya da odun kömürüyle kimyasal olarak indirgenmesi olanaksızdı. Söz konusu metallerin büyük çaplı üretimi, elektrik gücünün ortaya çıkarılmasıyla gerçekleştirilebildi. 1850 yıllarında, FARADAY ve BUNSEN, magnezyumu, magnezyum klorür kullanarak, ELEKTROLİZ yoluyla eritmeyi sağlayan bir süreç geliştirdiler. Alüminyum da yaklaşık olarak magnezyumla aynı zamanda (1828) bulundu. Ne var ki, alüminyum oksit filizi (alümina) ve alüminyumun öteki yalın tuzları eritilemediğinden, bu metalin

Platin ve iridyum alaşımından yapılan, bir kilogram ağırlığındaki üç standart ağırlık ölçüsü. (üstte)

Bir doğal gümüş örneği. (altta) Daha az tepkin olan metallerin çoğuna, kimyasal bileşiklerden çok, bu doğal durumda raslanır.

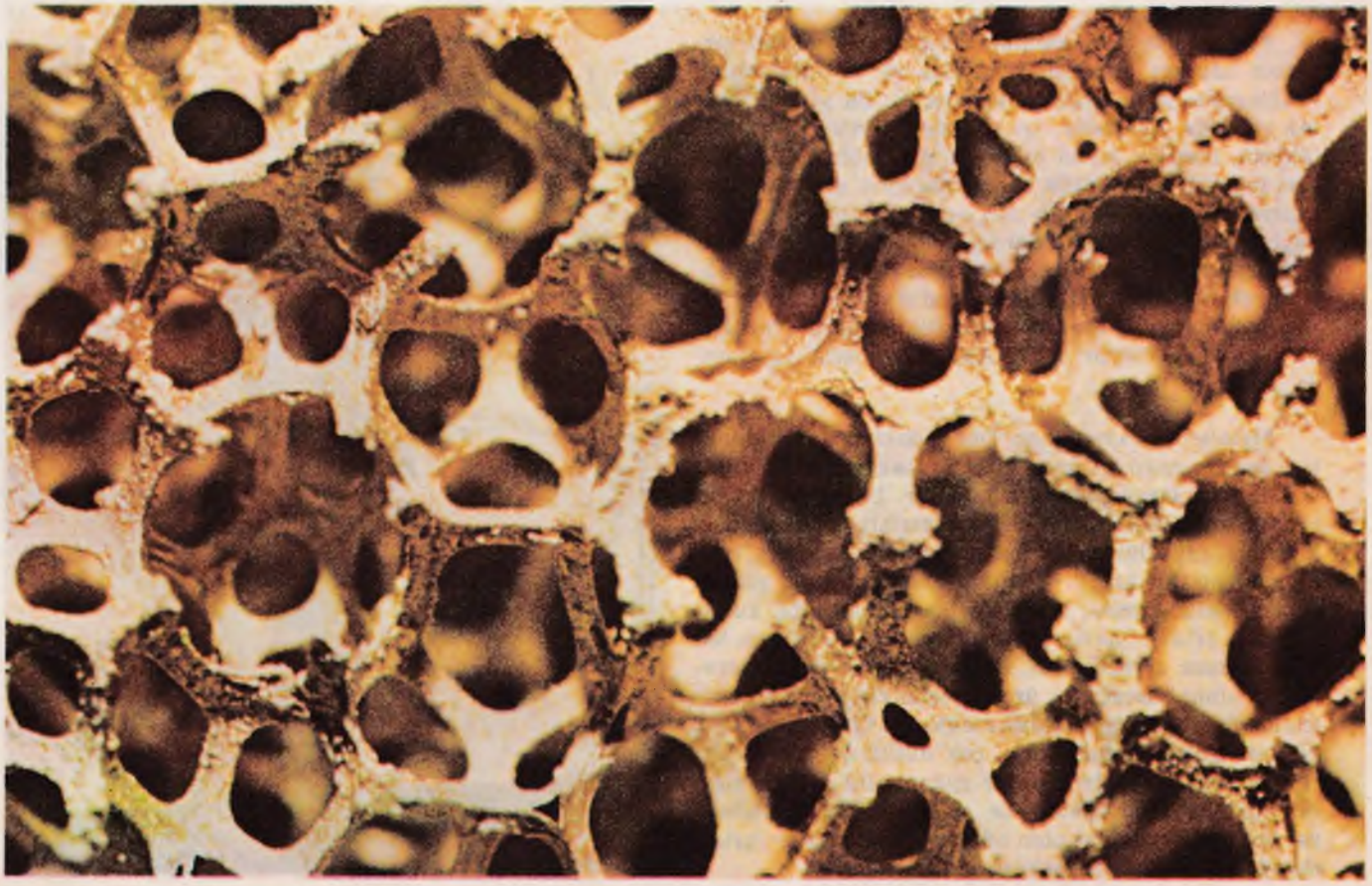


Tungsten metalinin iç merkezli kübik yapısını gösteren bir alan iyonu mikrografiği. (üstte) Örnek, vakum tüpüne yerleştirilen çok ince bir nokta biçimindedir ve yüksek gerilimli bir artı yüke bağlıdır. Bu noktanın yüzeyinden ayrılan iyonlar katoda doğru çekilirler ve bir flüoresan perdeye çarparlar. Bu resim, korozyonun etkilerini göstermektedir.

Bir altın köpük yapısının yakından görünüşü. (altta) Deneysel amaçlar için hazırlanan bu maddenin yoğunluğu, katı altının 35'te biri kadardır.

elektroliz yoluyla elde edilmesi sorun yaratıyordu. 1850'lerde alüminyum, hâlâ az bulunan değerli bir metaldi ve bu durum, 1886 yılında Hall ve Héroult'nun (birbirlerinden bağımsız olarak), alüminanın, erime derecesi 990°C olan sodyum alüminyum florürde eritildiği bir elektroliz yöntemi geliştirmelerine kadar sürdü. Günümüzde, yılda üretilen miktarlar açısından, alüminyum, ikinci (demirden sonra) sırayı alır.

Metallerin özellikleri: Atom sayısına göre sıralandığında elementlerin özelliklerinde açıkça görülen *peryodiklik* (düzenlilik), elektronların doldurdukları değişik elektron «kabuk»larındaki düzenin bir sonucudur. PERYODİK ÇİZELGE'nin bir sırası ya da bir peryodu boyunca ilerlendiğinde belli bir elektron kabuğu elektronlarla doldurudukça, elementlerin özelliklerinin değiştiği görülür. Söz konusu özelliklerden biri, ATOM'dan bir dış elektronu kopartmak için gerekli enerjinin ölçüsü olan *iyonlaşma potansiyeli*dir. Bu potansiyel ne kadar yüksekse, elektron da o kadar büyük bir güçle ÇEKİRDEK'e bağlı kalır. Kabuk doldukça, iyonlaşma potansiyeli de artar; çünkü artı yüklü çekirdeğin dış kabuktaki elektronların tümünü aynı ölçüde çekmesine karşılık, çekirdekteki proton sayısı, dolayısıyle de artı yükün gücü, atom sayısıyla doğru orantılı olarak çoğalır. Genel olarak, dıştaki elektronları zayıf bir bağla bağlı olan elementlerin, «metal» olduğu söylenebilir. Peryodik çizelgenin ilk sırasındaki en düşük atom ağırlıklı elementler, metallerdir. Daha aşağı sıralardaki elementlerin, iyonlaşma potansiyelleri daha azdır



ve daha büyük bir bölümleri metaldir. GEÇİŞ ELEMENTLERİ'nin, *ender toprak elementlerinin* ve *uranyumötesi* (Bk. SENTETİK ELEMENTLER) elementlerin tümü metaldir.

Metaller, kendilerine özgü fiziksel özellikleriyle tanınırlar: Isı ve elektriği çok iyi iletirler; saydam değildirler; parlaktırlar; dayanıklıdırlar; sünektirler; genellikle yüksek yoğunlukludurlar. Bilinen en yoğun madde, kurşunun iki katı yoğunlukta olan *osmiyum*dur. Metaller billurlu yapıdadır. En yaygın türlerse, *yüzey merkezli kübik*, *heksagonal paket*, *altıgen* ve *iç merkezli kübik*tir (Bk. BİLLURLAR VE BİLLURBİLİM).

Metallerin özellikleri, metal atomları katı halde bir araya getirildiklerinde, dıştaki zayıf bağlı elektronların atomdan koparak, atom kafesine dağılan bir «elektron bulutu» oluşturmasından kaynaklanır. «Bulut»taki elektronların hareketliliği, elektrik ve ısı iletkenliğine yolaçan başlıca etkendir. Serbest elektronlar, ışığı da kolayca soğurup yeniden yayabilirler. Bu özellik, metallerin parlaklığını ve saydam olmamasını açıklar. Eksi yüklü «bulut», bir tür «yapıştırıcı» özelliği gösterir ve dıştaki elektronlarını yitirmiş artı yüklü metal atomlarını birbirine bağlar. Metal bağı oldukça güçlü bir bağdır. Ayrıca yönsüzdür. Bu özellik, atomların, metali parçalayamayacak gerilmelerde, birbirlerinin yanından kayarak geçebilecekleri anlamına gelir. Bunun sonucunda da süneklik özelliği ortaya çıkar. Metal bağı, sıkışık bir yapı oluşturur.

Metal olmayan atomlar, dıştaki atomların serbestçe hareket etmesini önleyen ve bu elektronlar «bağlayan», yerel bağlar oluştururlar. Bu yüzden, metal olmayan maddeler, iyi iletken değildir. Hem metallerin, hem de metal olmayan maddelerin özelliklerini taşıyan, SİLİSYUM ve germanyum gibi bazı metallere, «YARIİLETKEN» adı verilir. Bunlar, arı halde ve çok düşük sıcaklıklarda, metal olmayan maddelere benzerler. Ama doğal ortam sıcaklığında, elektronları, çok ince elektron bulutu oluşturabilecek ısıl enerjileriyle, maddeye bazı metal özellikleri verir. Yarıiletkenler, DİYOT'ların ve TRANSİSTÖR'lerin yapımında kullanılır.

Metallerin kaynakları: Dünyadaki metal kaynakları sonsuz değildir, ama metal yataklarının işletilme hızı her yıl biraz daha artmaktadır. Bu konudaki bir rapora göre, MADENCİLİK çalışmaları günümüzdeki hızıyla sürdürülürse, bilinen bütün gümüş, altın, cıva, kurşun, platin, kalay ve çinko rezervleri 2000 yılında tükenecektir. Ayrıca, son on yılda olduğu gibi, kullanım hızı artarsa, bakır, molibden ve NİKEL'i de bu listeye katmak gerekecektir. Bu saptamada, yeni rezervlerin bulunabileceği ve üretim tekniklerinin geliştirilebileceği göz önüne alınmamaktadır. Gelecekte, ucuz nükleer gücün kullanılması, çok düşük değerli filizlerin de ekonomik bir biçimde işlenmesini sağlayabilir. Ancak, bu tür bir işletme de, çevrede zararlı etkilere yol açması kaçınılmaz olan büyük miktarlarda artık madde üreteceğinden, sakıncalı olacaktır.

METAL BULUCULARI

Metallerin, duyarlı araçlarla bulunmalarını sağlayan önemli bir özellikleri vardır. Başka elementlerde bulunmayan bu özellik, çok iyi elektrik iletkeni olmalarıdır. Metal cismin yakınında bir alternatif magnetik alan yaratılarak, cismin içinde elektrik akımları oluşturulur (Bk. İNDÜKSİYON BOBİNİ). Elektrik akımları da, cismin çevresinde bir magnetik alan yaratır. Yeni magnetik alan, ilk magnetik alanı bozar. Bu bozulma saptanarak, metal cismin yeri bulunur. *İndüklenmiş magnetizma* ilkesini kullanan bulucu türleri arasında, *dengelenmiş tarama bobini birimleri*, *alan tarama birimleri* ve *sinyal mıknatıslama birimleri* sayılabilir.

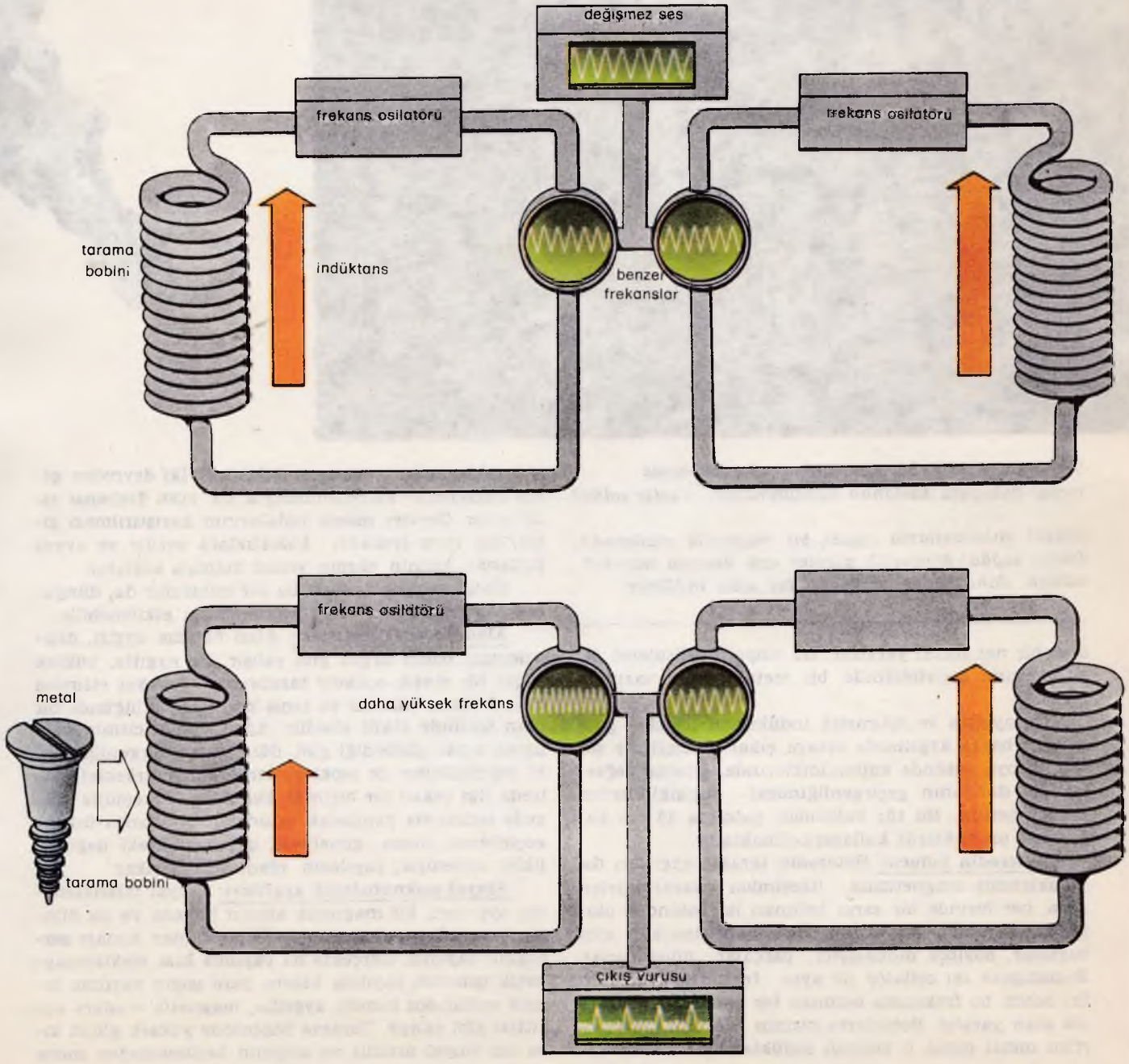
Özel bir metal sınıfı olan *ferromagnetik* maddeler, değişik bir teknik kullanılarak da bulunabilir. Ferromagnetik maddelerin, akı geçirgenliği yüksektir; yani, içlerinden magnetik akı geçmesine, başka maddelerden daha az direnç gösterirler. Bir magnetik alan, sözgelimi dünyanın magnetik alanı, en az dirençle karşılaşılan yolu izleyen akı çizgileri üretir. Bu neden-

Magnetik tarama aygıtı, ferromagnetik maddelerin saptanmasını sağlar. (altta) Bu aygıt, ferromagnetik maddelerin, dünyanın magnetik alanını saptıracağı ve bu sapmanın ölçülebileceği ilkesine göre çalışır.

le akı çizgileri, hernangi bir ferromagnetik maddenin çevresinde yoğunlaşarak, genel magnetik alanda bir bozulma ortaya çıkarırlar. Söz konusu bozulma saptanabilir. Bu ilkeye göre çalışan aygıtlara *«magnetik tarama birimleri»* adı verilir.

Dengelenmiş tarama bobini: Dengelenmiş tarama bobini aygıtlarında, birbirine benzeyen iki tarama bobini bulunur. Bobinlerin ikisinde de hem ana sargılar, hem de ikincil sargılar vardır. Ana sargılar, bir alternatif akım tarafından sırayla hareket ettirildiklerinden, alternatif magnetik alan yaratırlar. İki bobinin, metal olmayan bir ortam üstüne yerleştirilmiş olması, alternatif alanın ikincil sargılarda indükleyeceği gerilimin aynı olmasını sağlar. İki ikincil sargı, birbirine karşı durumda bağlanırsa, ortada hiç bir sinyal olmayacaktır. Ama metal bir cisim, sözgelimi bir metal para, yakınındaki ikincil sargıyla daha güçlü bir etkileşimde bulunacak olan indüklenmiş bir magnetik alan yaratır. Böylece, iki bobindeki sinyallerin farkı

Heterodin bulucu çizimi. (altta) İki bobin, birbirine benzeyen iki osilatör devresini indükler. Tarama bobinine yaklaştırılan bir metal cisim, o bobindeki indüktansı etkileyip ostlatör frekansını değiştirerek, bir vuru oluşturur.



Ürdün'de, eski Petra kentının araştırılmasında metal bulucusu kullanan kazıbilimciler. (üstte solda)

Sinyal mıknatıslama aygıtı, bir magnetik «radar»dır. (üstte sağda) Magnetik alanlar ışık hızında hareket ederek, daha sonra saptanan bir alan indükler.

olan bir net sinyal yaratılır. Bu sinyal büyütülerek ölçü aygıtına geçirildiğinde, bir metal cismin varlığını gösterir.

Bu aygıtta ve magnetik indüksiyon ilkesine göre çalışan başka aygıtlarda ortaya çıkan önemli bir sorun, dünya üstünde kullanıldıklarında, okuma değerlerinin, dünyanın geçirgenliğindeki değişikliklerden etkilenmesidir. Bu tür bulucular, yalnızca 15 cm kadar kısa uzaklıklarda kullanışlı olmaktadır.

Heterodin bulucu: Heterodin tarama aygıtları da, indüklenmiş magnetizma ilkesinden yararlanırlar. Ama, her birinde bir sargı bulunan iki bobinden oluşurlar. Bobinler, iki OSİLATÖR devresine ayrı ayrı bağlanır, böylece indükleyici parçalar oluştururlar. Başlangıçta iki osilatör de aynı frekansa ayarlanır. İki bobin, bu frekansta bulunan bir alternatif magnetik alan yaratır. Bobinlerin birinin yakınına yerleştirilen metal cisim, o bobinin indüktansını ve o devrenin salınımının frekansını değiştirir. İki devreden gelen sinyallerin karıştırılmasıyla bir vuru frekansı elde edilir (benzer müzik notalarının karıştırılması gibi). Bu vuru frekansı kulaklıklara verilir ve aygıtı kullanan kişinin cismin yerini bulması sağlanır.

Oldukça duyarlı olan bu tür bulucular da, dünyanın geçirgenliğindeki değişikliklerden etkilenebilir.

Alan tarama aygıtları: Alan tarama aygıtı, dengelenmiş bobin aygıtı gibi çalışır. Bu aygıtta, yüksek güçlü bir statik osilatör tarafından hareket ettirilen bir tel bobin bulunur ve tenis kortu büyüklüğünde bir alan üstünde etkili olabilir. Aygıt, metal cismin varlığına tepki gösterdiği gibi, dünyanın geçirgenliğindeki değişikliklere de tepki gösterdiğinden, arkeoloji dalında ilgi çekici bir biçimde kullanılır. Arkeolojik bölgede bulucuyla yapılacak okumalar, bir harita üstüne geçirilecek olursa, genellikle, geçirgenlikteki değişiklikler nedeniyle, yapıların planı ortaya çıkar.

Sinyal mıknatıslama aygıtları: Sinyal mıknatıslama aygıtları, bir magnetik alanın havada ya da dünyanın içinde yayılmasının belli bir zaman alması gerçeğine dayanır. Gerçekte bu yayılma hızı, elektromagnetik ışınımın yayılma hızına, yani ışığın yayılma hızına eşittir. Söz konusu aygıtlar, magnetik «radar» aygıtları gibi çalışır. Tarama bobininde yüksek güçlü kısa bir sinyal üretilir ve sinyalin kesilmesinden sonra

Üstteki resmin sağ alt köşesinde dengelenmiş bobin tipi metal bulucusu görülmektedir.

aygıt, verici durumdan, alıcı duruma geçer. Alanın içinde bir metal cisim varsa, bu cisim indüklenmiş magnetizma yoluyla kendi magnetik alanını üretir ve bu alan, ilk sinyalin yayınlanmasından belirli bir süre sonra kaydedilir. Bu tür aygıtlar çok verimli olabilir. Ne var ki, burada da, dünyanın geçirgenliği nedeniyle kısıtlamalar söz konusudur.

Magnetik tarama aygıtları: Demir ve çelik gibi ferromagnetik maddeler, magnetik tarama aygıtıyla çok daha kolay saptanabilir. Bu aygıt, 60 cm uzaktaki 2 cm'lik bir çiviyi ya da 18 metre uzaktaki bir otomobili saptayabilir.

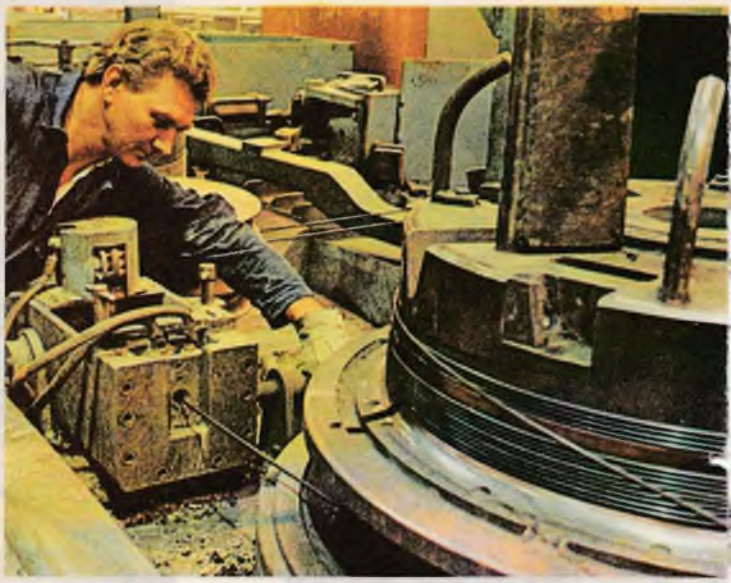
Dünyadaki bütün maddeler, dünyanın magnetik alanı içindedir. Metal cisimlerin bulunmadığı bir ortamda bu alan, değişmez güçte ve eşdeğerlidir (aynı yönlü). Ama, metal cisimler, dünyanın magnetik alanını bozarlar. Akı çizgileri, en düşük «direnç»li (magnetik direnç) yolu seçerler ve metal cisimlerin yakınlarında yoğunlaşırlar. Dünyanın alanındaki bu bozulmalar, magnetometre sistemiyle saptanır. Bu sistem, iki noktadaki magnetik alan gücünün farkını saptayabilmektedir ve dünyanın alanının 1/100 000'i derecesindeki farklara duyarlıdır.

Uygulamada iki magnetometre sondası kullanılır. Bunlar, bir tüpün içine, 18 cm aralıkla monte edilir ve aynı eksen doğrultusunda dikkatle ayarlanır. Tüp, kendi ağırlığıyla asılır. Böylece dünyanın alanının dikey bileşenini ölçer. Üstünde bulundukları toprağın niteliklerinden geniş ölçüde bağımsız olan bu tarama aygıtları, magnetik olmayan paraların ve başka cisimlerin araştırıldığı yerlerde bile etkilidir. Bölge tanındıktan sonra, daha güçsüz indüktif aygıtlar kullanılabilir.

METAL ÇEKME

«Çekme» terimi, iki ayrı işlem türünü anlatmak için kullanılır. Bunların başlıca örnekleri *tel çekme* ve *derin çekme*dir. Derin çekme işlemi, mermi kovanlarının ve konserve kutuları gibi teneke kutuların yapımında uygulanan bir yöntemdir.

Tel, çubuk ve boru çekme: Bu işlemler sırasında metal, bir haddede, kendi çapından daha küçük bir delikten zorla geçirilip, böylece, kesiti küçültülür. Yöntem İsa'dan önceki çağlardan beri bilinmektedir. Modern tekniklerle geliştirilmesiyse, bütün metal ve alaşımlardan tel yapmayı olanaklı kılmıştır.



Pakistan'daki bir fabrikada, sıcak tel çekimi. (üstte solda)

Çekilen çelik tel, haddeden çıktıktan sonra sarılır. (üstte sağda) Haddede, tungsten karbürden yapılmış bir delik bulunur. Yağlama için, endüstride kullanılan sabun tozlarından yararlanılır. Resimde, makinayı çalıştıran operatörün, mikrometreyle telin kalınlığını ölçmesi görülmektedir.

Başlangıç maddesi, genellikle, sıcak çekilmiş ya da haddelenmiş çubuk ve kütüklerdir. Çubuğun yüzeyi, oksitlerden ve istenmeyen katkı maddelerinden arınması için, seyreltik sülfürik asit gibi kimyasal maddelerle işlemden geçirilir. Çelik, uygun yağlama olanağı sağlamak için çinko fosfatla kaplanır. Çekilmesi güç olan sert metallerse, işlemi kolaylaştırmak için daha yumuşak metallerle kaplanabilir. Daha sonra malzeme, istenilen kalınlığı alıncaya kadar, her biri bir öncekinden daha küçük çaplı deliklerden geçirilir. Delikten geçen telin kalınlığı ne kadar azaltılacaksa, telin o kadar kuvvetle çekilmesi gerekir. Bu yüzden, her geçişteki çap düşmesi, söz konusu telin dayanıklılığına bağlıdır. Bu düşme, çoğunlukla % 30' dan azdır. İnce tel elde etmek için, telin birçok kez delikten geçirilmesi gerekir.

Eskiden haddeler takım çeliğinden yapılırdı. Günümüzdeyse, daha çok tungsten karbür ve elmas gibi sinter maddeler kullanılmaktadır. Elmas 1 mm ya da daha küçük çaplı teller için kullanılır. Deliğin biçimi çok önemlidir. En yalın sistemde, koni biçimli girişi izleyen, istenilen çaptaki delik yeralır. Daha karmaşık biçimler de vardır. Deliğe verilen biçim, çekme kuvvetinin ve biçim değiştirmenin (deformasyon) tele dağılımını etkiler.

Yağlama her zaman gereklidir. Kalın çubuklar, sabun tozu kullanılarak kuru çekilebilir; ama teller, çözünür yağlar ve sabun çözeltileriyle ıslak çekilir. Çok ince tel üreten çok delikli haddelerde çekilen teller, sürekli olarak yağ içinde tutulur.

Malzeme, çekildikçe sertleşir ve biçim değiştirmeye dayanıklılık kazanır. Bu yüzden, eski yumuşaklığına dönmesi için, zaman zaman *tavlanması* gerekebilir (tavlama, bir ISIL İŞLEM'dir).

Çekme işlemi, dikişli ve dikişsiz boruların üretiminde büyük önem taşır. Bu alanda başlıca üç yöntem uygulanır: Yalın çekme; tıkaçlı çekme; mandrenli çekme. Yalın çekme işleminde, boru içi boş olarak çekildiğinden, kenarları biraz kalınlaşır. Öteki iki yöntemse, çeper kalınlığının denetlenmesine olanak sağlar. Tıkaçlı çekme işleminde, borunun içinde bir tıkaç, mandrenli çekme işlemindeyse bir mandren yeralır. Tıp alanında ya da başka yerlerde kullanılmak için, çok ince çaplı borular yapılabilir. Sözgelimi, tropikal hastalık araştırmalarında, sineklerin aşılanması ya da arıların tohumlanması gibi alanlarda, bu tür borulardan yararlanılır. Söz konusu boruların en incelerinden birinin dış çapı, 13 mikron, iç çapıysa 3,3 mikrondur.

Derin çekme: Derin çekme yönteminde düzgün bir metal levha, erkek ve dişi kalıplar arasında sıkıştırılarak, bir kap biçimini alır (bu terim, radyatörler ya da otomobil kapı saçları gibi, çukurluğu az parçalar için kullanılmamalıdır). İşlem sırasında, çekilen bölümlere biçim verilirken artan kenar parçaların kırışması, bunların üstüne yük uygulanarak önlenir. İşlem, malzemenin bazı üstün özellikler taşımasını gerektirdiğinden, bütün metallerin bu yönteme aynı ölçüde uygun olduğu söylenemez. Derin çekilecek levhalar hazırlanırken, bazı özel işlemlerden geçirilerek dayanıklılıkları artırılır. Ama her maddenin sağlayacağı verimin bir sınırı vardır. Ayrıca, çekme işlemini gerçekleştiren kişinin ustalığı ve kullanılan aygıtların biçimi de önemlidir. Derin çekilen malzemeler, genellikle, az oranda alaşım içeren yumuşak ve uzayabilen maddelerden seçilir.

METAL OYMA VE ASİTLE YAKMA

Metal oyma ve asitle yakma, yazı ya da resim çoğaltma işlemi olarak XV. yüzyıldan sonra uygulanmış, ama o tarihten çok önce, silahların, zırhların ve mücevherlerin süslenmesinde kullanılmıştır.

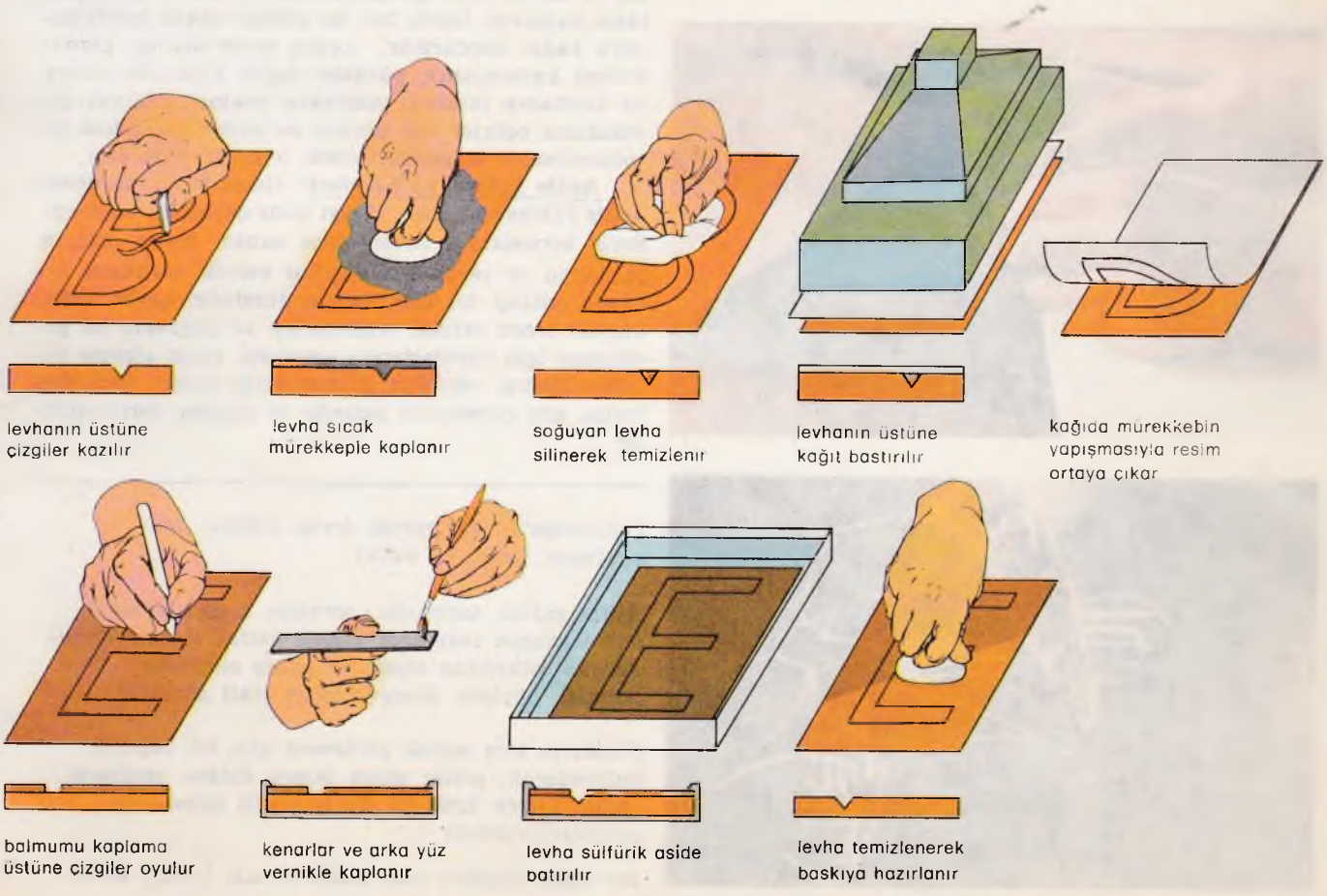
Oyulmuş ya da asitle yakılmış levhalarla yazı ya da resim basma düşüncesi, XV. yüzyılın ortalarında, Almanya ve İtalya'nın birkaç yerinde birden ortaya çıktı. Kuyumcular, özgün motiflerini saklayabilmek için, bir metal plaka üstüne oyulmuş ya da asitle yakılmış çizgilere siyah bir karışım doldurur ve üstüne kağıt bastırarak, motifi çıkarırlardı. Bu tür baskılar, benzer kopyalar vererek resimlerin çoğaltılmasını olanaklı kıldığından ilgi çekti ve yüzyıllar boyunca uygulandı.

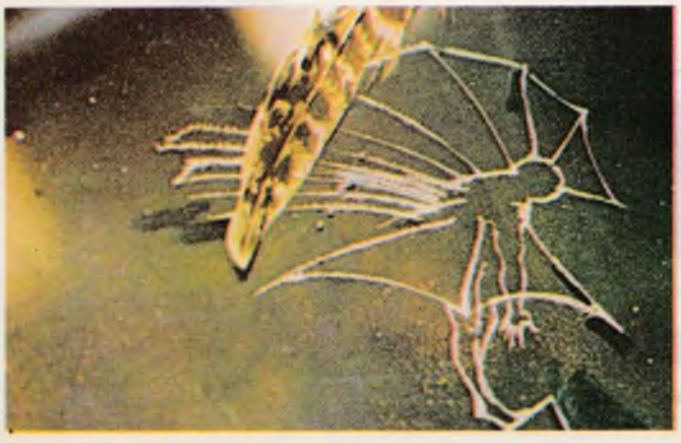
Fotoğrafın bulunmasıyla, oyma ve asitle yakma yöntemlerinin resimlerin çoğaltılmasında kullanılması, yaygınlığını yitirdi. Ama sanatçılar tarafından özel bir yöntem olarak kullanımı sürdü. Bu amaçla uygulanan teknikler, «*gravür*» adı verilen bir genel başlık altında toplanabilir. Oymalar iki ya da üç milimetre kalınlığında çelik, bakır ya da çinko levhalar üstüne yapılır. Levhanın üstüne motifler, ya asitle aşındırılarak çıkarılır ya da keskin aletler kullanılarak doğrudan oyulur. Levhadan baskı elde edebilmek için, oyuklara mürekkep doldurulur ve levhanın yüzeyi temizlenir. Levha, bir baskı presine yerleştirilir ve üstüne bir tabaka nemli kağıt, onun da üstüne birkaç kat nitelikli keçe konur. Kağıt, presten geçirilirken, keçeler tarafından oyuklara bastırılır. Ticari baskı preslerindeki çeşitli yeniliklere karşılık, oyma levhalarla sanat yapıtlarının çoğaltılmasında otomatik bir yöntem bulunamamıştır. İşlemin tümü elle yapılır.

Kazı gravürü: Kazı gravüründe, kazı kalemi (hakkâk kalemi) kullanılır. Kalemle yalnızca çizgi ve noktalar yapılır. Gravürcüler, çizgilerin ve noktaların genişliğini, derinliğini ve büyüklüğünü değiştirerek, çeşitli tonlar ve motifler ortaya çıkarırlar.

Kazı kalemi, 2-5 mm kalınlığında, kare ya da baklava kesitli, yüksek derecede sertleştirilmiş kısa bir çelik çubuktur. Bir ucu bükülerek, mantar biçimli bir sap haline getirilmiştir. Böylece, levha üstüne yatırıldığında, sapı kolayca tutulabilir. Oyma işi, kalemin levhaya yakın bir açıda tutularak, yavaş yavaş ileri itilmesiyle yapılır. Kalem, metalde oyuklar açtık-

Kazı gravüründe şekil, bir bakır levha üstüne doğrudan oyulur. (altta) Asitle yakmaysa, bu tekniğin gelişmiş bir biçimidir. Şekil, levhanın üstüne kaplanmış verniğe oyulur; sonra levha, sülfürik asit çözeltisiyle işleme sokulur. Asit, açıkta kalan yerleri eriterek, istenen şekli oyar.





ça, «çapak» üretir ve bunlar, oyuğun sonunda, aletin yanıyla temizlenir. Kalemin levhayla yaptığı açı büyüdükçe, çizgiler daha geniş ve derin olur. Bu çizgilerin içine daha çok mürekkep dolacağından, baskı da daha koyu olur. Eğik çizgiler oluşturulurken, kalemden çok, levha çevrilir. Yuvarlak noktalar, kalemin ucunun levha üstüne yerleştirilmesi ve levhanın bir tam tur çevrilmesiyle ortaya çıkarılır. Aletin ucu levhaya batırılıp geri çekilerek, üçgen noktalar yapılabilir. Levhanın işlenmesi tamamlanınca, çizgilerin çevresindeki çapaklar iyice temizlenir.

Kuru uç gravür ya da kuru kazı: Farklı olan bu işlem, ucu küçük bir nokta kadar bilenmiş, kurşun kaleme benzer bir aletle yapılır. Çizgiler, levhanın yüzüne oyulmaz, çizilir. Bazen kalemin ucuna elmas, yakut ya da safir bir uç takılır. Çizilen çizginin her iki yanında çapak ortaya çıkar. Mürekkebi tutan ve yöntemin belirleyici niteliği olan yumuşak, tüylü çizgileri oluşturan bu çapaklardır.

Siyah yöntem ya da mezzo tinta: XVII. yüzyılın ortalarında bulunmuş olan bu yöntem, yağlıboya resimlerin kopya edilmesinde kullanılır. Çok vakit alan, levhanın uzun uzun hazırlanmasını gerektiren bir işlemdir. Levha, sert çelikten yapılmış, keski biçimli, «*beşik*» adlı bir aletle hazırlanır. Aletin bir ucu yuvarlaklaştırılmıştır ve üstünde santimetrenin 20'de birinden 50'de birine kadar değişen oyuklar bulunur. Beşiğin levha üstünde gezdirilmesiyle, yüzey, sayısız pürtükle kaplanır. İşlem, hiç bir parlak nokta kalmayıncaya kadar sürdürülür. Levha hazır olunca, perdah kalemi kullanılarak, pürüzler çeşitli ölçülerde giderilir. Levhanın tutacağı mürekkep miktarı, baskının koyuluğunu belirler. Bir yerden ne kadar çok pürüz temizlenirse, o bölgenin baskısı o kadar açık olur.

Asitle yakma ya da ofort: «Islak kazı» da denen asitle yakmanın ilkesi, yüzeyi aside dayanıklı bir maddeyle korumaktır. Levha önce ısıtılır. Sonra, katran, balmumu ve reçineden yapılan vernik, levhanın üstünde eritilip, bir merdaneyle düzeltilir. Levha soğuduktan sonra vernik, sertleştirme ve çizgilerin iyi görünmesi için koyulaştırma amacıyla, mum alevine tutulur. Resim, verniğin kazınmasıyla çizilir. Ardından levha, asit çözeltisine batırılır ve çizgiler derinleştirilir.

İndonezya'da bir gümüş levha üstüne figür oyulması. (solda en üstte)

Asitle yakma işleminde, verniğin sertleştirilmesi için levhanın ısıtılması. (solda üstten ikinci) Vernik düzgün kalınlıkta siyah bir yüzey oluşturur. Sanatçı, böylece, yüzeye çizdiği şekli görebilir.

Çizgilerin tam olarak görülmesi için, bir büyüteç kullanılarak, şeklin siyah zemin üstüne çizilmesi. (solda üstten üçüncü) Bu iş çeşitli kalemlerle gerçekleştirilebilir.

Bir tüyle çizgilere asit doldurulması. (solda altta)

Leke baskı ya da acqua tinta: Tona dayalı bir yakma yöntemi olan leke baskı, XVIII. yüzyılda Fransa'da ortaya çıkmıştır. Levhanın yüzeyi, ince taneli reçineyle kaplanır. Levha alttan ısıtılır ve eriyen reçine tanecikleri, bulundukları yerlere sıkıca yapışarak aside dayanıklı düzgün bir yüzey ortaya çıkarırlar. Asit, levhayı, taneciklerin çevresinden yakar. Yakma ne kadar derin olursa, baskının tonu da o kadar koyu olur. Değişik tonlar elde etmek için, levha asidin içinden alınır ve açık kalacak yerler, bir fırçayla sıvı vernik sürülerek korunur. İşlem, değişik tonlar elde edilinceye kadar sürer.

«Şekerli» leke baskı: Bu yöntemde resim, şeker ve çini mürekkebinden yapılan bir karışım kullanılarak, fırçayla çizilir. Daha sonra levha, aside dayanıklı, sulandırılmış bir vernikle kaplanır. Vernik, terebentinle sulandırıldığından, resimdeki şekeri bozmaz. Bundan sonra levha suya batırılır. Şeker kabararak çözülür; böylece kendi üstündeki verniği kaldırarak, resmi oluşturan çizgileri açıkta bırakır. Bu yolla, asitle yakmaya elverişli bir yüzey elde edilir ve levha aside batırılır.

Yumuşak vernik: XVIII. yüzyılda bulunan bu teknik, siyah ya da renkli kalem özelliklerini taklit edebilmek için kullanılır. Verniğe, sertleşmeyi önleyen bir yağ katılır. Levhanın üstüne bu vernik sürülür, onun da üstüne, bir kağıt tabaka konur. Resim, kağıdın üstüne çizilir. Kalemin geçtiği yerde, vernik, kağıda yapışıp levhadan ayrılır. Böylece, kağıt kaldırıldığında, resim, levhanın üstündeki vernikte belirir. Artık, levha, asitle yakmaya hazırdır.

METEOROLOJİ

Meteoroloji, dünyamızı saran 400 - 500 km kalınlığındaki hava tabakasında görülen hareketleri, yani atmosfer olaylarını inceleyen bir bilim dalıdır. Genel anlamda «hava» sözcüğü, dünyayı çevreleyen yaklaşık 12 km kalınlığındaki tabakada ortaya çıkan olayları anlatmak için kullanılır. Dünyanın hemen üstünde yeralan bu tabakaya «*troposfer*» denir. Troposferin üst sınırına da, «*tropopoz*» adı verilir. Daha yukarıdaysa, 36 km kalınlığa kadar uzanan *stratosfer* tabakası yeralır. Hava tahmini, meteorolojinin en karmaşık ve güç yönünü oluşturur (Bk. HAVA TAHMİNİ).

Hava sistemleri: Dünya'ya bir uydudan bakıldığında, atmosferdeki bulutlar beyaz görünür. Bulutların bazıları, merkeze doğru sarmal bir biçim alır. Bunlar, *alçak basınç alanlarını* simgeler, özellikle, kuvvetli rüzgar ve yağış getirmeleriyle tanınırlar. Yüksek basınç alanları *(antisiklonlar)*, burgaç tipi görünümdedirler; ama, alçak basınç alanına göre daha ince yapıdadırlar ve çoğunlukla bulut içermezler. Atmosfer merkezlerinden bazıları, çok büyük alanları kaplayabilir; orta enlemlerdeki alçak ve yüksek basınç alanları, 2 500 km'den daha büyük çapa ve 12 km kalınlığa ulaşabilirler. Bu tür merkezler genellikle hareketsizdir. Hareketli merkezler daha incedir (1,6-3,2 km kalınlığında). Çaplarıysa 1 600 - 160 km arasında değişir. Kasırgaların çapı 800 km'ye ulaşabilir. Hortumların çaplarıysa 180 - 460 m arasındadır.

Hava gözlemleri: Dünyada her gün, yaklaşık 7 000'den çok yer istasyonundan ve 1 000 kadar gemiden hava gözlemleri yapılır. Her gözlemde, rüzgar hızı ile yönü, atmosfer basıncı, son üç saat içindeki basınç değişiklikleri, SICAKLIK, çiğ noktası, görüş alanı, atmosfer tabakalarındaki bulut tipi ve yüksekliği, havanın durumu (yani yağmur, kar, vb.) ayrıntılı biçimde incelenir.

Her gün yaklaşık 800 istasyon tarafından, yüzeyden başlayıp stratosfere kadar uzanan troposfer tabakasının haritası çıkarılır. Bu iş için *radyo-sonda* aygıtları taşıyan balonlar uçurulur (günde iki ya da dört kez). Balonlar, hava sıcaklığına, basıncına ve nemine ilişkin ayrıntılı bilgileri yer istasyonlarına aktarırlar. Ayrıca, balonlar, yerden radarla izlendiklerinden, rüzgar hızının saptanmasını da sağlarlar.

Hiç bir gözlem sistemi, hava durumunun geniş kapsamlı bir görüntüsünü çıkarabilecek yeterlikte değildir. Herhangi bir anda, yeryüzünde, 100 000 sağnak yağışı olduğu ve 2 000 şimşek çaktığı sanılmaktadır. Bunlardan pek çoğu hiç bir zaman kaydedilemez. Güney yarıkürede ve tropikal bölgelerin bir bölümünde, gözlem istasyonları birbirinden çok uzaktadır. Böl-

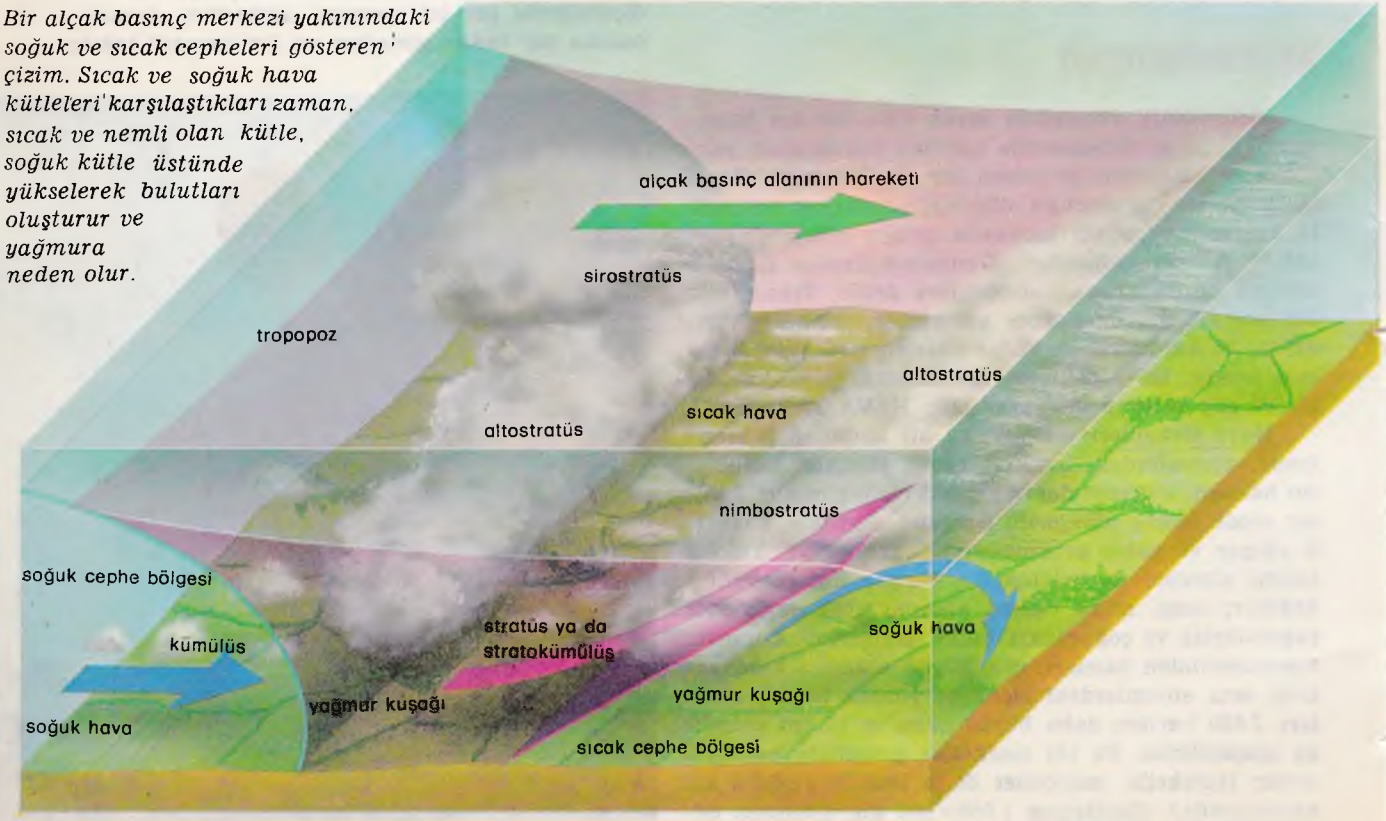
Günümüzde birçok istasyonda, atmosferin üst tabakalarının incelenmesinde radyo-sondalar kullanılmaktadır. (altta) Balona asılan zincirin alt ucuna takılan aygıtlar, sıcaklık, basınç ve nem ölçümlerini yer istasyonuna aktarırlar. Ayrıca, balona bir radar yansıtıcı ve bir paraşüt takılır.

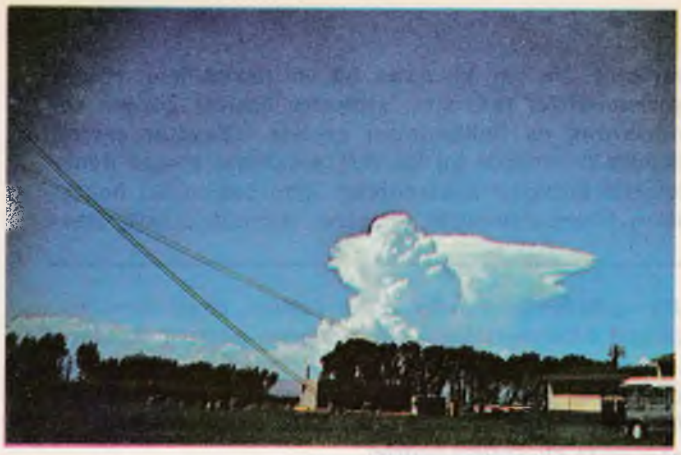
gelerde yüksek ve alçak basınç alanları bile yeterince ortaya çıkarılamaz.

Günümüzde bu boşluğu meteoroloji uyduları doldurmaktadır. İlk meteoroloji uydusu 1960 yılında uzaya fırlatılmıştır. Günümüzde dünya, gece ve gündüz yörüngede dolanan sayısız uyduyla taranmakta, bu uydular, görünür ışıkla ve kızılaltı ışınlarla çektikleri fotoğrafları, otomatik olarak dünyaya aktarmaktadırlar. Gerekli donanımı içeren bütün yer istasyonları, uydulardan gönderilen sinyalleri alabilirler. İstasyonlarda hava tahminleri yapılırken, çevredeki 1 600 km'lik bir alanı kapsayan uydu fotoğraflarından yararlanılır. Bu fotoğraflarda tek tek bulutlar görülmez, ama 3-5 km'den geniş bulut sistemleri saptanır.

Son yıllarda fırlatılan uydular, bulut, sıcaklık, rüzgar vb. durumuyla ilgili verileri, doğrudan bilgisa-

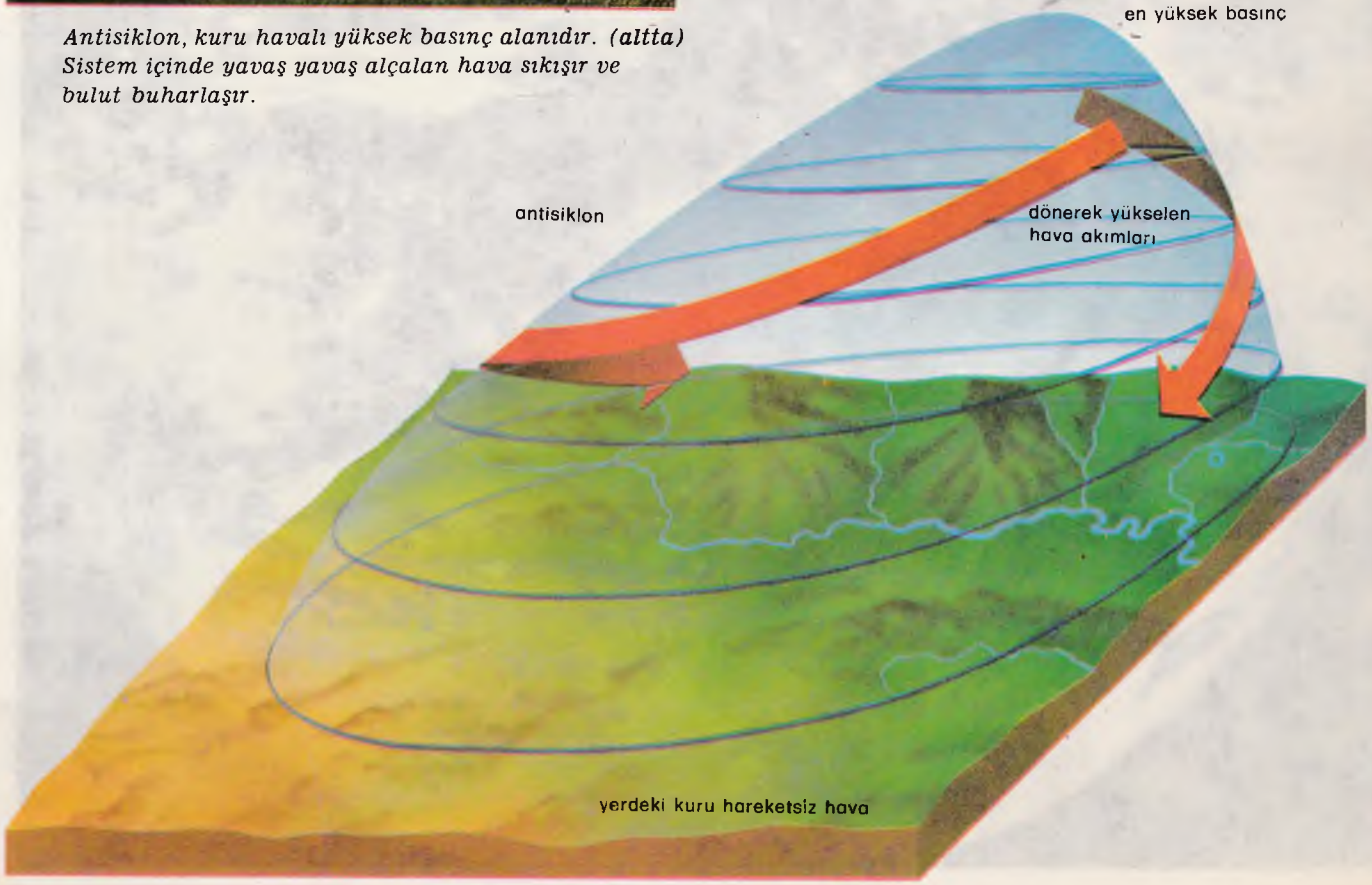
Bir alçak basınç merkezi yakınındaki soğuk ve sıcak cepheleri gösteren çizim. Sıcak ve soğuk hava kütleleri karşılaştıkları zaman, sıcak ve nemli olan kütle, soğuk kütle üstünde yükselerek bulutları oluşturur ve yağmura neden olur.





Bu altı fotoğrafta, mantar biçimli bir kümülonimbüs bulutunun evreleri görülmektedir. Yerde ısınan hava, yükselir ve soğur. «Yoğuşma düzeyi» denilen bir yükseklikte, sıcaklık çiğ noktasına düşünce, bulut oluşur. Çevredeki hava soğuk kaldığı sürece, bulutlu havanın yükselmesi sürer ve kümülüs bulutu gelişir. Su buharı sıkıştıkça, su damlacıkları oluşur. Bunlar yeterli büyüklüğe ulaşınca, yağmur halinde yere inerler. Artık, bulut, bir kümülonimbüstür. Bulut çok hızlı gelişirse, damlacıklar yere inemeden donup kalırlar. Bulutun tümü bir buz yığınına dönüşür ve yapısı değişerek, uçları püsküllü bir görünüm alır. Buz billuru taşıyan yüksek rüzgarlar, buluta örs biçimi verir.

Antisiklon, kuru havalı yüksek basınç alanıdır. (altta) Sistem içinde yavaş yavaş alçalan hava sıkışır ve bulut buharlaşır.

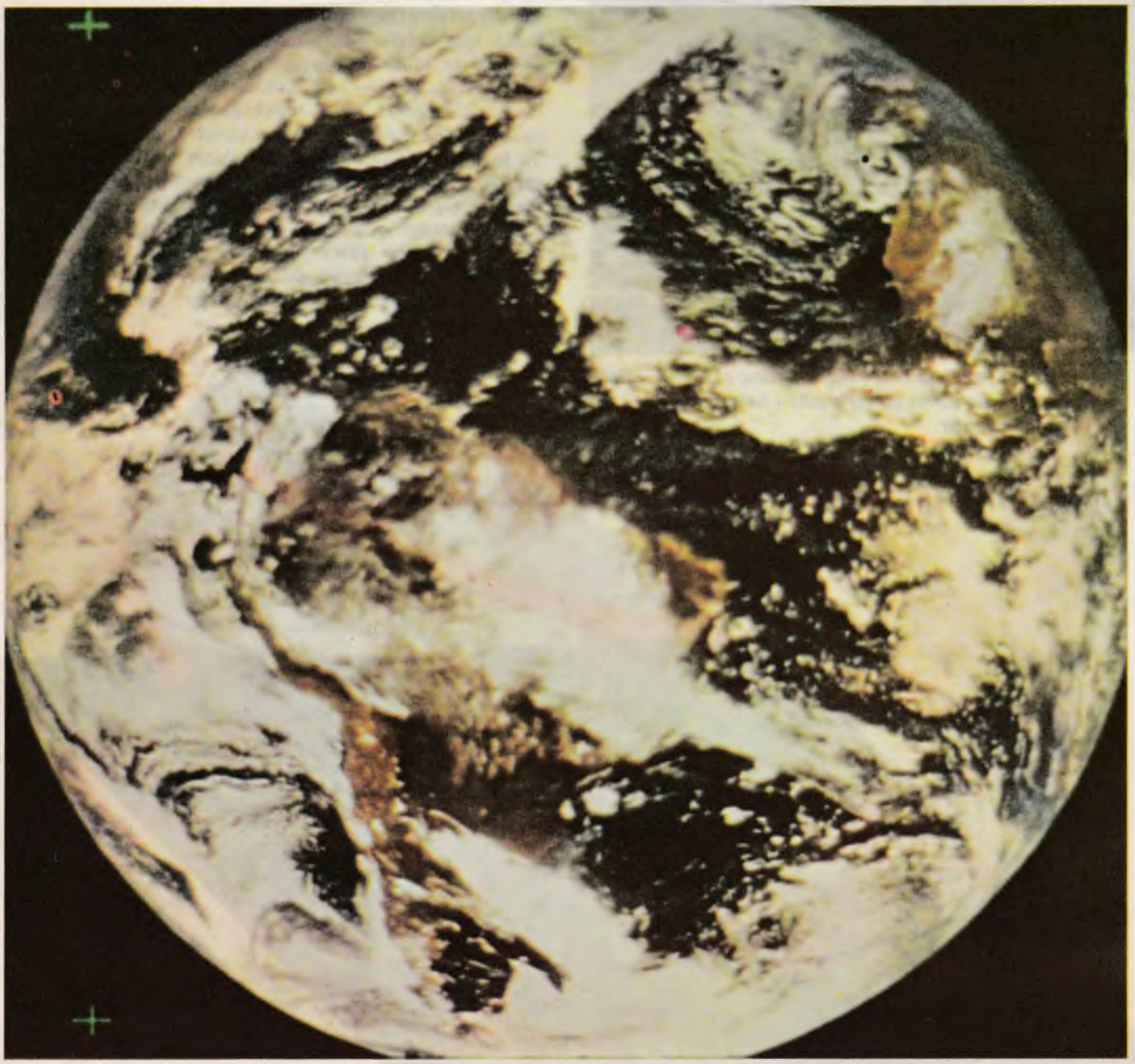


yarlara aktarabilmektedirler. Bu yöntemler henüz gelişme aşamasındadır: ama duyarlı tahminlerin yapılabilmesi açısından, ilk veriler, oldukça umut vericidir.

Hava durumu haritası: Hava tahmini yapılabilmesi için, önce, atmosferde neler olduğunu belirleyen bir hava hareketleri haritasının ortaya çıkarılması gerekir. Hava durumu haritasına işlenen başlıca bilgiler şunlardır: Alçak ve yüksek basınç alanlarının yerleri; basınç alanlarının hızları ve hareket yönleri; troposferdeki rüzgar şiddeti; su buharının yoğun olduğu bölgeler; hava sıcaklığının değişme biçimi.

Yalnızca rüzgar gözlemlerinden yararlanılarak, yalın hava haritaları yapılabilir. Bu harita, alçak ve yüksek basınç bölgelerine ilişkin bir genel tanımlama verebilir. Ne var ki, daha iyi bir harita için, rüzgar gözlemlerinin yanı sıra, atmosfer basıncı gözlem sonuçlarının da kullanılması gerekir. Ekvator çevresi dışındaki yerlerde bu iki veri, *jeostrofik* rüzgar denklemiyle birbirine bağlanabilir. Aynı basınçtaki noktaların birleştirilmesiyle, rüzgarın durumu ortaya çıka-

Bir uydudan alınan bu resim (altta), geniş ölçekte, Dünya üstündeki bulut oluşumlarını göstermektedir. Alçak ve yüksek basınç alanı biçimindeki merkezler, genellikle ılıman bölgelere yerleşmiştir. Bunların biçimini, kutup-ekvator arası hava akımlarındaki «koriolis» kuvvetleri belirler.



rılır. Bunlara «*izobar*» (eşbasınç) çizgileri adı verilir. İzobarlar birbirine çok yakınsa rüzgar şiddetli, değilse, hafif demektir. Rüzgarın yönü, alçak ve yüksek basınç bölgelerinin konumuna bağlıdır. Kuzey yarıkürede rüzgarlar, yüksek basınç alanları çevresinde saat ibreleri yönünde, alçak basınç alanları çevresindeyse saat ibrelerinin tersi yönünde eser. Bunu saptamanın en yalın yolu, Buys Ballot yasasını uygulamaktır. Meteorolojinin bu en eski yasasına göre, kuzey yarıkürede bir kişi sırtını rüzgara vererek durursa, sol kolu alçak basınç bölgesini gösterir. Güney yarıkürede durum, bunun tam tersidir.

İzobar haritaları, kara topoğrafyasını gösteren eşyükselti haritalarıyla karşılaştırılabilir. İzobarlara karşılık olan eşyükseltiler, dağları, yani eşbasınç haritasında yüksek basınç alanlarını, çukurlar da alçak basınç alanlarını gösterir. Tıpkı bunun gibi, eşbasınç haritalarındaki sırtlar yüksek basınç alanlarının uzantılarını, vadilerse alçak basınç alanlarının uzantılarını simgeler. Basınç gradyanı olmayan yerlerdeyse, geçitlere (iki yüksek basınç arasındaki alçak basınç alanı) raslanır.

Hava haritaları yalnızca iki boyutlu bir görünüm verir. Oysa hava değişiklikleri üç boyut içinde oluşmaktadır. Sözgelimi, havadaki düşey hareketler, bulut ve yağmur dağılımını önemli ölçüde etkiler. Alçak basınç alanları genellikle, havanın yukarı doğru hareket ettiği bölgelerde, yüksek basınç alanlarıysa, aşağı doğru indiği bölgelerde yeralır. Bu hareket oldukça küçüktür ve doğrudan ölçülemez. Orta ve yüksek enlemlerdeki alçak basınç alanlarında yukarı doğru hareket, alçak basınç vadilerinde toplanır.

Cephe, genellikle yukarı doğru hareket bölgesidir. Her zaman çukur alanda yeralır, ama bir çukur alan, her zaman cephe içermeyebilir.

Hava kütleleri: İzobarlar, ilk kez 1860'ta, hava haritalarının yapımında kullanıldı. Bunu izleyen ikinci önemli adım, ancak 1918 yılında, farklı hava kütleleri arasında «cephe» ya da «sınır» kavramlarının getirilmesiyle atılabildi.

Hava hareketsiz olsaydı, hava kütleleri kolayca tanımlanabilirdi. Tropikal bölgeler üstündeki hava kütleleri «tropikal», kutuplar üstündeki «kutupsal», denizler üstündeki «denizsel», kıtalardaki de «karasal» diye adlandırılırdı. Bunların her biri farklı özellikler taşırdı. Sözgelimi, tropikal denizsel hava kütlesi ılık ve nemli, kutupsal denizsel hava kütlesi soğuk ve nemli, tropikal karasal hava kütlesi ılık ve kuru, vb. olurdu. Oysa hava kütleleri sürekli hareket halindedir. Bazen okyanuslar, bazen de kıtalar üstünden hava kütlelerini taşıyan rüzgarlar, getirdikleri hava kütlelerine göre tanımlanırlar.

Atmosfer enerjisi: Her cisim gibi, kütlesi olan hava da, itici bir güç olmadan hareket edemez (Bk. DİNAMİK). Yalnızca yaprakları ve tozları çeviren hafif girdaplar bile, ENERJİ'leri olmadan bu işi gerçekleştiremezler. Bu küçük girdaplar, enerjilerini, asıl rüzgarın toplam enerjisinden alırlar. Söz konusu durum, alçak ve yüksek basınç alanlarının, enerjilerini, atmosferin genel hareketlerinden sağlamasına benzer. Atmosferin genel hareketiyse, dünya çevresinde dolanan rüzgar kuşakları içindedir. Bu rüzgar kuşakları, orta enlemlerde ve troposferin üst bölümlerinde daha şiddetlidir. Rüzgar kuşaklarında depolanan enerji konusunda bir fikir edinmek için, *jet akımlarının* hızlarına bakmak gerekir. Şiddetli rüzgar kuşağı anlamına gelen jet akımlarının hızı, 200 deniz milinin üstüne çıkabilir. Bütün bu enerjinin kaynağıysa güneştir. Güneş enerjisi, atmosfer hareketlerini başlatır. Tropikal bölgelerde, ısınan hava yükselir ve kutup bölgelerinden gelip, yere daha yakın geçen soğuk hava kütleleriyle yer değiştirir. Gerçekte, bu dolanımı etkileyip değiştiren pek çok etken vardır. Bunların başında, dünyanın dönmesi ile kara ve denizlerin dağılımı gelir. Sonuçta, yalın bir dolanım yerine, çok karmaşık rüzgar düzenlemeleri ortaya çıkar. Bununla birlikte, bazıları, sözgelimi *alize*ler, her yıl ortaya çıkan ve belirgin özellikleriyle ötekilerden ayırt edilebilen rüzgarlardır.

Su buharının rolü: Isı aktarımında rol oynayan en önemli etmenlerden biri de su buharıdır. Alçak ve yüksek basıncın en üst şiddetini ve oluşmasını bu etmen büyük ölçüde etkiler. Suyun buharlaşması için gereken ısıya «*gizli ısı*» adı verilir. Bu ısının çevreden çekilmesi (güneş tarafından karşılanmazsa), deniz ve karalarda büyük ısı düşmelerine neden olur. Bu biçimde ortaya çıkan su buharı, hava içinde yükselerek bulutları oluşturur. Bulutlar, yağmura dönüşünceye kadar rüzgarlar tarafından sürüklenir. Bulut yoğuşması sırasında, gizli ısı yeniden havaya salınır. Böylece açığa çıkan bu fazla enerji, bazen o noktadaki dengeyi bozarak, bir merkezin gelişmesine yolaçabilir. Tropikal fırtınalar, özellikle sıcak ve nemli havanın yoğun, genel hava akımınınsa zayıf olduğu bölgelerde oluşurlar.

Sıcak ve nemli bir hava kütlesi, soğuk bir hava kütlesiyle karşılaştığında, büyük miktarda gizli ısı açığa çıkar. Daha yoğun olan soğuk hava, sıcak havanın altına girer. Hafif olan sıcak havaysa, soğuk tabakanın üstünde yükselir ve yükseldikçe soğur. Böylece yoğuşan su buharı, bulutları oluşturur ve gizli ısı açığa çıkar. Farklı iki hava kütlesinin buluşma sınırına «*cephe*» adı verilir. Böyle bir sistemde, her zaman kolayca açığa çıkabilecek bir gizli ısı enerjisi bulunduğundan, söz konusu bölgeler, alçak basınç alanı oluşumu için uygun yerlerdir.

Bulutlar: Bulutlar, ya yoğuşmuş su damlacıklarından ya da buz billurlarından oluşmuştur. Bir bulutun üstüne doğrudan güneş ışınları düşerse, bulut beyaz görünür; güneş arkada kalırsa, bulut kararır. Özellikle endüstri bölgelerinde olduğu gibi, içinde bol miktarda kir ve toz bulunan bulutlar da siyah bir görünüm kazanır.

Pus, sis ve bulut, temelde aynıdır. Tümü, hava sıcaklığı çiğ noktasının altına düştüğü zaman oluşur. (*çiğ noktası*, havanın su buharıyla *doymuş* duruma gelene kadar soğuduğu sıcaklık noktası olarak tanımlanır). Sıcaklığı çiğ noktasının üstünde bulunan hava, henüz *doymamıştır*.

Yoğuşmanın oluşması için gerekli olan bir başka

önemli etmen de, üstünde su damlacıklarının gelişip büyüyebileceği bir çekirdektir. Genellikle tuz parçaları ya da belli tipteki tozlardan oluşan bu taneciklere «*yoğuşma çekirdeği*» denir. Ortamda bu tanecikler yoksa, hava, *aşırı doymuş* duruma geçer.

Görünüş bakımından büyük farklılık gösteren bulutlar, birkaç sınıfta toplanabilir. Uluslararası sınıflandırma, 1803'te Luke Howard tarafından önerilen ve üç temel bulut biçimi öngören sisteme göre yapılmaktadır: *Stratüs* (tabakalı bulut); *kümülüs* (kabarık bulut); *sirüs* (tüysü görünümlü bulut). Daha ileri bir sınıflama için, bulutların yükseklikleri göz önüne alınır. Bu sınıflar da üçe ayrılır: *Siro* (5 km'nin üstündeki bulut); *alto* (2-7 km arasında, orta yüksekliktekı bulut); alçak bulut (2 km'nin altında). Yağmur bulutlarıysa alçak tabakalarda oluşur ve bunlara «*nimbo*» ya da «*nimbüs*» ekleri takılır (sözgelimi, nimbostratüs ve kümülonimbüs gibi).

Bulutların oluşma süreci: En çok bilinen bulut oluşturma süreci, hava yükselmesidir. Hava yükselirken, alçak basınç alanlarına doğru yolalır. Böylece genleşir ve soğur. Yükselme, dağlardan ya da alçak basınç alanlarından yukarı doğru olduğu gibi, sözgelimi, kümülüs bulutlarının oluşması sırasında, doğrudan yeryüzünden sıcak hava kabarcıklarının yükselmesi biçiminde de olabilir. Doymamış havanın sıcaklığı, her 100 m yükseldikçe 1°C düşer. Yoğuşma başlar başlamaz gizli ısı açığa çıkar ve soğuma hızı, her 150 m'de 1°C iner.

Yüzeye yakın bulutlara «*sis*» adı verilir. Açık ve rüzgarsız gecelerde karalarda oluşan siseyse, «*ışınım sisi*» denir. Uzaya kaçan ışınım sonucu, toprak hızla soğur ve çevresindeki havayı da soğutur. Sıcak nemli havanın soğuk deniz yüzeyi üstünde hareketi sırasında oluşan sise, «*deniz sisi*» denir. Nemli havanın kıyı üstünde yükselmesi sonucu oluşan sise, «*kıyı sisi*», tepelerde yükselmesiyle oluşan sise de «*tepe sisi*» adı verilir.

METRO

Metro (tünel de denir), kent içinde yolcu taşımaya yarayan bir yeraltı (bazen de havai) trenidir. İlk yeraltı demiryolu sistemi, maden ocaklarında kullanılmış, önce ağaçtan, daha sonra da demirden ve çelikten yapılan raylar üstünde vagonlar, elle ya da atlarla çekilerek yürütülmüştür.

Yolcu taşıyan ilk yeraltı demiryolu, 1863'te Londra'da kuruldu. 2,13 m genişliğindeki vagonlar, metronun hizmete girmesinden kısa bir süre sonra, günde yaklaşık 27 000 yolcu taşımaya başladılar. Londra metrosunu, Budapeşte, Berlin, Glaskow ve Paris metrolarının yapımı izledi. Bir süre sonra da Kuzey ve Güney Amerika'da, Rusya'da, Japonya'da, Çin'de, İspanya'da, Portekiz'de ve İskandinavya'da yeni metrolar açıldı. Günümüzde de birçok yerde metrolar yapılmaktadır (Bk. HIZLI ULAŞIM SİSTEMLERİ).

Tünel açma: Metro kurulurken en önemli işlem, TÜNEL YAPIMI'dır. Tünel, genellikle ana yolların altına büyük kanallar kazılmasıyla açılır. Duvarlara ve tabana tuğla ya da beton döşenir. Sonra kanalın üstü kapatılarak, ana yolun yeniden döşenebileceği taban hazırlanır. Bu yöntem, tünelin hazırlanması sırasında trafiği önemli ölçüde aksatır. Ne var ki, en ucuz yöntem olduğundan, sık sık başvurulması kaçınılmazdır. Bununla birlikte, trafiğe kapatılması aşağı yukarı olanaksız olan yolların altına metro yapılırken, yalnızca dış duvarlar ve tavan için dar kanallar kazılması ve duvarların örülmesinden hemen sonra yolun yeniden yapılması, daha elverişlidir.

Duvarların arasında, yani tünelin içinde kalan toprak, karayolu yapıldıktan sonra kazılıp, tünelin ucundan dışarı çıkarılır. Kayalık topraklar üstüne kurulmuş kentlerde, delme aygıtları ve patlayıcı maddeler kullanılabilir. Bu durumda tünel, yukardaki yola zarar vermeden, bir yeraltı tüneli biçiminde kazılabilir. Yumuşak toprakta ya da kumlu ve çakıllı bölgelerdeyse tünel kazma kalkanı kullanmak gerekir. Bu araç, kazılan kesimlere destek olur.

İlk tünel kazma kalkanını Marc Brunel, 1818'de yaptı. Dikdörtgen biçimli bu kalkan, 12 ağır çerçeveden oluşmaktaydı. Çerçevelerin her birinin genişliği yalnızca 90 santimetre, yükseklikleri de 65 m'ydi. Bu

Londra'daki Victoria metrosunda, denetim panosu başında bir sürücü. (altta)

çerçeveler, bir şaft boyunca yan yana diziliyor ve her birinde, üç değişik yükseklikte, üçer işçi çalışıyordu. Birbirine yakın yerleştirilen çerçevelerin üstlerine, altlarına ve yanlarına, kalın levhalar konurdu. Böylece arkası olmayan, önü de hareket edebilen levhalardan oluşan bir kutu ortaya çıkmaktaydı.

Her işçi, kendi bölümünün önündeki toprağı 12 cm kadar oyar ve levhalarla desteklerdi. Levhalar, 12 cm ileriye kaydırılıp vidalarla tutturulacak biçimde yapılmıştı. Toprağın tümü 12 cm kazılınca, çerçeve ileri alınıyor ve tünelin içine tuğla örülüyordu.

Daha sonraları, demiryolu mühendisliğinden köprü yapımcılığına geçen Peter William Barlow adlı bir kişi, daha sık örülmüş yeni bir kalkan geliştirdi. Barlow'un kalkanı, işçiler toprağı kazdıkça krikoyla ileri doğru itilen bir çelik silindirden oluşuyordu. Böylece ortaya çıkan tünel, dökme demirden halkalarla destekleniyordu. Halkalar, tünelden biraz daha dar oluyor ve arada kalan boşluk harçla dolduruluyordu. Bu yöntemden günümüzde de yararlanılmakta, ama artık, demir halkalar yerine beton kullanılmakta ve bu beton çerçeveler, gerektiğinde, tünelin duvarlarına doğru genişletilebilmektedir.

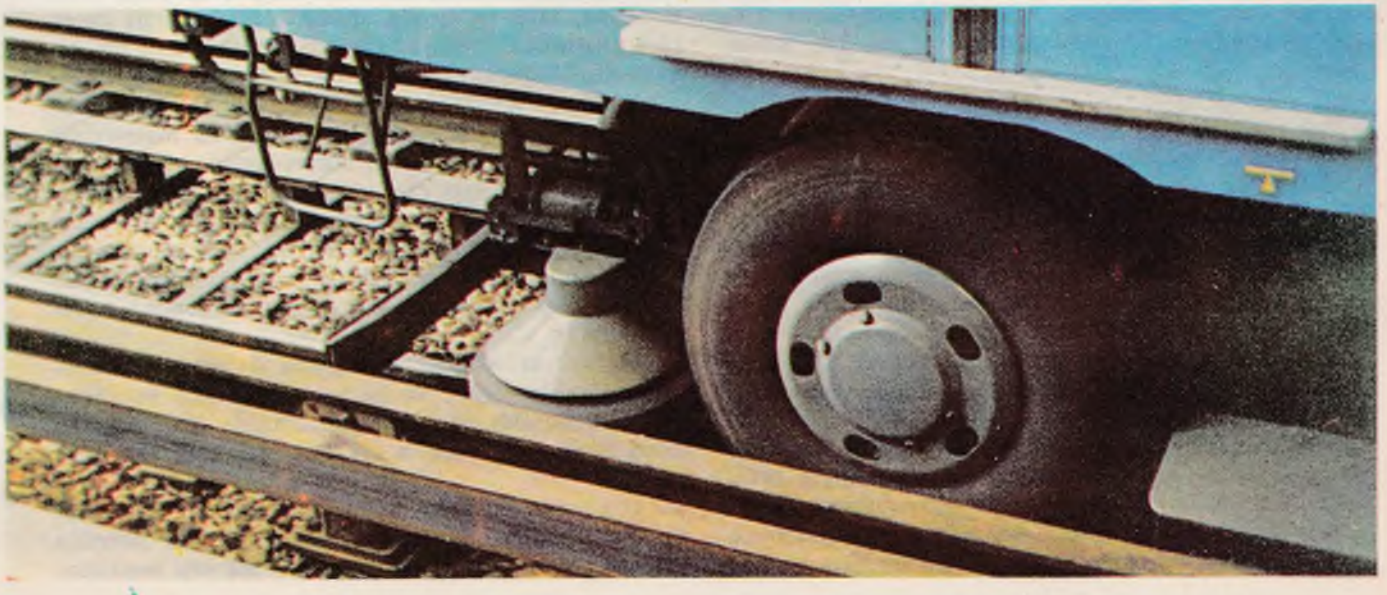
Trenler: Dünyadaki ilk elektrikli metro olan Londra metrosu 1890'da açıldı, daha sonraki bütün metrolar da elektrikli yapıldı. İlk metrolarda kullanılan yeraltı lokomotiflerinin yerini, zamanla, *çoğurimli* trenler aldı. Bunlarda, tren boyunca çeşitli noktalara motorlar yerleştirilir ve bütün motorlar, aynı sürücü kabininden yönetilir.

Modern metroların vagonlarında, günün en kalabalık saatlerinin yükünü kaldırabilmek için, çok miktarda ayakta duracak yer ve çok sayıda kapı bulunur. Kapılar, ya sürücü ya da öteki görevliler tarafından açılıp kapanır. Metrolardaki ortalama hız yüksek değildir (duruş zamanları da katılırsa, saatte 32-60 km kadar). Ama bu hız, gene de, aynı bölgedeki yerüstü trafiğininkini geçer. İstasyonların birbirinden uzak olduğu yerlerde metronun hızı, saatte 60 km'yi aşar.

Raylar ve elektrik sistemleri, yer üstündeki demiryollarında kullanılanlara benzer. Metrolarda otomatik işaret sistemlerinden yararlanılır. Demiryolu elektrik devresi, bu tür otomatik işaretleşmenin temel parçasıdır. Trenler arasındaki zaman aralığı çok kısa

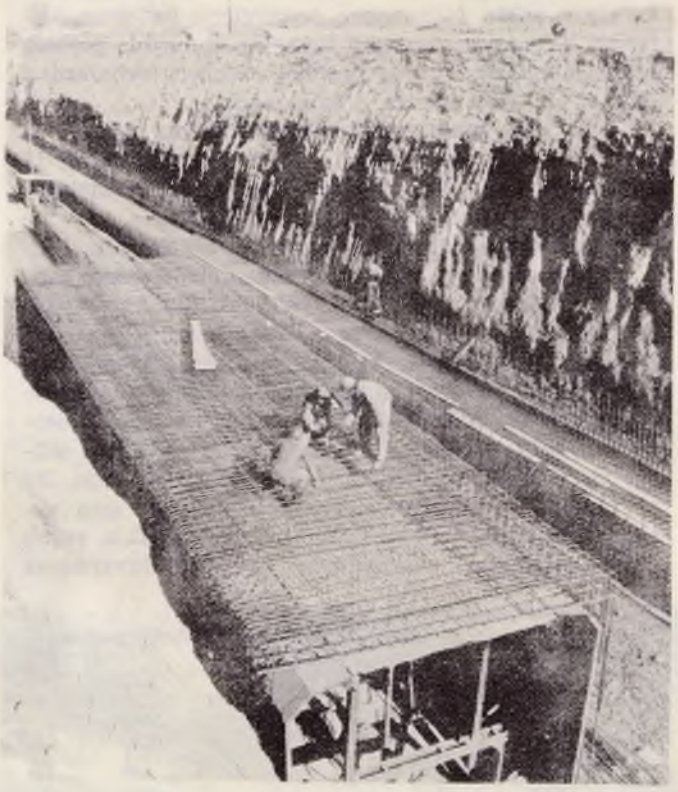
Moskova metrosunda bir istasyon. (solda) Yapımına 1930 yıllarında başlanan Moskova metrosu, günümüzde son derece geniş bir yeraltı ulaşım ağı haline gelmiştir.

14 hattı ve 270 istasyonu olan Paris metrosunda, son yıllarda, havalı tekerlekleri olan trenler sefere konmuştur. (altta) Ahşap ya da beton raylar üstünde dönen havalı tekerlekler, titreşimi azaltarak, metronun daha sessiz çalışmasını sağlar. Bununla birlikte, olağanüstü durumlarda ve kavşaklarda kullanma amacıyla standart tekerlekler de korunmaktadır.



Taşkent'te (S.S.C.B.) metro yapım çalışmaları. (sağda)

Paris metrosunun 1903'te yapılan bir resmi. (altta)



olduğundan, metrolarda otomatik işaretleşme çok önemlidir.

Bazı metrolarda, dışarda hiç bir işaret bulunmaz. İşaret ışıkları (yeşil, sarı ya da kırmızı), sürücü kabininde, sürücünün önünde yanıp söner. Otomatik sürücülük konusunda da çeşitli çalışmalar yapılmaktadır.

Bazı metrolarda da kodlama sistemi kullanılır. Bazen bu sistemlerle, merkezdeki bir BİLGİSAYAR'a gerekli bilgiler gönderilir. Trenin belirli bir zamanda nerede olması gerektiğini hesaplayan bilgisayar, trene yavaşlaması, hızlanması, durması, vb. için komut verir.

METRONOM

Metronom, bir müzik parçasının hızını ya da temposunu, görsel ve işitsel olarak belirten bir aygıttır. Saat gibi çalışan bu aygıt, bir pime tutturulmuş yalın bir SARKAÇ'tan oluşur. Sarkacın altına hareketsiz bir ağırlık bağlıdır. Üstünde de aşağı-yukarı doğru kaydırılabilen bir ağırlık bulunur. Üstteki ağırlığın kaydırılmasıyla, metronomun salınım hızı değiştirilebilir.

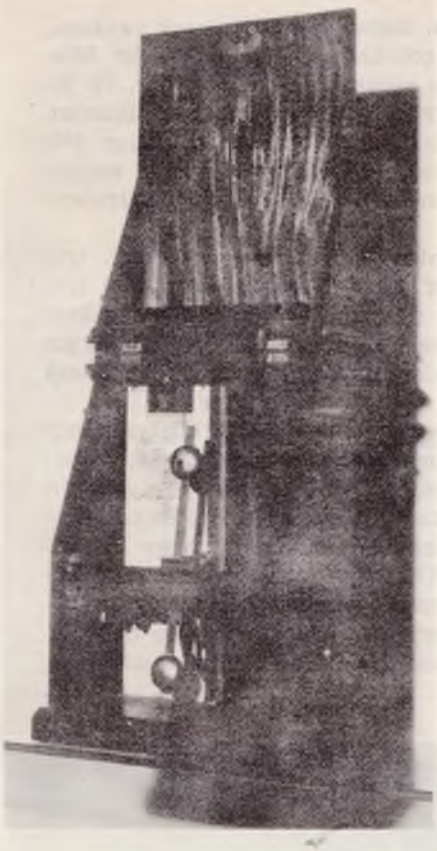
Metronomun tarihçesi XVII. yüzyıla dayanır. Etienne Loulié, *Elements ou Principes de Musique* (Müziğin Ana İlkeleri) adlı yapıtında, «kronometre» dediği bir aygıtı betimlemişti. Söz konusu metronomda, sağa-sola hareket edecek biçimde bir kordona asılmış mermi biçimli bir metal vardı. Sonradan aygıta, 72 ayrı saatim hızına ayarlanması için uygun bir düzen eklendi. Akustik sözcüğünün yaratıcısı Joseph Sauveur gibi kişiler de buna benzer aygıtlar önerdiler. Bremner, 1756'da, bütün kiliselerde müziğin aynı zaman birimi içinde icra edilebilmesini sağlayan bir yöntemin geliştirilmesi gerektiğini öne sürdü. Buna göre 2,67 m boyundaki bir sarkacın bir tam salınım süresi kullanılan en uzun notayı belirleyecekti.

Deniz kronometresini bulmasıyla tanınan John Harrison, 1775 yıllarında, müziğin temposu ile geçen süre arasındaki ilişkiyi fark etti. Stöckel adlı bir Alman da, 1800 yılında, çanlı bir metronom yaptı.

1814'te, Amsterdam'da yaşayan org yapımcısı Dietrich Nikolaus Winkel, çift sarkaçlı ilk metronomu yaptı. Öteki metronomların bütün özelliklerini taşıyan bu aygıtın duyarlığı çok yüksekti. Döneminin ünlü LATERNA yapımcıları arasında yeralan Winkel'in yaptığı ilk aygıt, 30 cm'lik bir kutudan oluşuyordu. Aygıtta sonsuz ayar yapılabilen çift ağırlıklı bir sarkaç vardı ve bir zembereğe sarılmış kordondan hareket alıyordu.

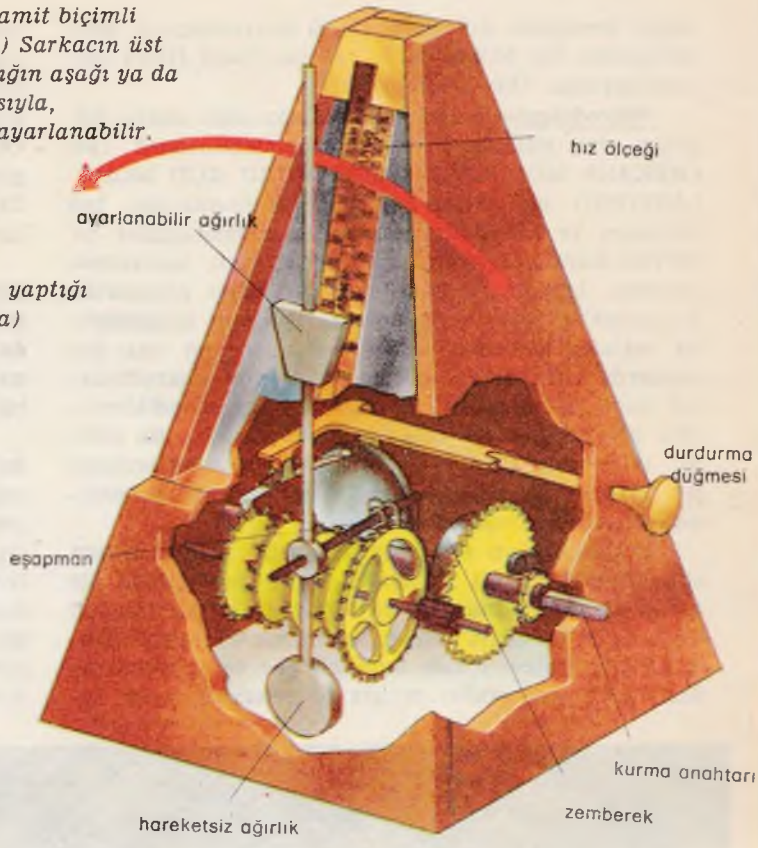
Ne var ki, Winkel'in aygıtına Johann Nepomuk Maelzel sahip çıktı ve hem metronomun patentini kendi adına aldı, hem de günümüzde bile «Maelzel metronomu» adı verilen aygıtın yapıldığı fabrikayı kurdu.

O günden bu yana çeşitli metronomlar yapılmıştır. Bunlar arasında en yaygın olanı, XIX. yüzyılda Pinfold patenti altında üretilendir. Bir cep metrono-



Winkel'in 1813'te yaptığı metronom. (solda)

Çok kullanılan piramit biçimli metronom. (sağda) Sarkacın üst bölümündeki ağırlığın aşağı ya da yukarı kaydırılmasıyla, aygıtın vuruş hızı ayarlanabilir.



mu olan bu modelin sarkacı, mezura gibi sarılabilir. Başka bir tür metronomdaysa, ölçünün ilk vuruşlarında bir çan çalar.

Katı yapı elektroniği, küçük ve çok duyarlı metronomların yapılmasına olanak sağlamıştır. Bunların ilgi çekici türlerinden birinde «la» sesi çıkaran bir frekans üreteci vardır. Başka bir türse, taşınabilir radyo biçimindedir. Biraz karmaşık olmasına karşılık, istenilen zaman aralığındaki vuruş sesini verecek biçimde ayarlanabilir. Elektronik metronomların piramit biçimli Maelzel metronomlarından başka bir üstünlüğü, düz bir yüzey üstünde çalıştırılma zorunluğu getirmemeleridir.

MIKNATIS TAŞI Bk. MAGNETİZMA

MIZIKA Bk. AĞIZ ARMONİKASİ

MİCHELSON-MORLEY DENEYİ Bk. ESİR

MİKRODALGA

Mikrodalgalar, bir tür ELEKTROMAGNETİK IŞINIM biçimidir. IŞIK ve RADYO dalgası gibi, bunlar da, tayfın bir bölümünü oluştururlar. Dalgaboyları, ışık dalgası ile radyo dalgası arasındadır; KIZILALTI IŞINIM'dan uzun, radyo dalgasından kısadırlar. İki tür dalganın da özelliklerini taşırlar: Hem haberleşme alanında, hem de, sözgelimi yemek pişirmede kullanılabilirler.

Mikrodalgaların dalgaboyu, 30 cm - 1 mm arasında değişir. Frekansları, 1 GHz (1 000 MHz) - 300 GHz arasındadır. Bu değerler kesin değildir. Kızılaltı ışınım ısı yoluyla, mikrodalgalar da elektronik yöntemlerle üretilir.

Oluşumu ve şiddetlendirilmesi: Mikrodalgaların üretilmesi ve yükseltilmesi için, özel amaçlara göre düzenlenmiş değişik aygıtlara gereksinim vardır. Radyo dalgalarında olduğu gibi, burada da aygıtlar değişken bir elektron akımı üretirler. Değişimin frekansı, istenen ışınımın frekansı ile aynıdır. Yüksek güçlü mikrodalga kaynakları, termoiyonik VALF'lardan geliştirilmiştir. 1910 yıllarından sonra haberleşme endüstrisinin yaygınlaşması, güçlü radyo vericilerinin yapımını zorunlu kılmış ve bu alanda yapılan çalışmalar sonucunda *magnetron, klistron, hareketli dalga tüpü* gibi termoiyonik valfler geliştirilmiştir. Magnetronun tek başına bir megawattan daha büyük güçte sinyaller verebilen bir osilatör olmasına karşılık, klistron ve hareketli dalga tüpü, yükseltici aygıtlardır; birkaç kilowatt gücünde çıkış verebilirler. Çok düşük güçlü mikrodalgalar elde etmek için, ya küçük güçte klistronlar *(yansıtmalı klistron)* ya da *mazer*ler. (Bk. LAZER VE MAZER) kullanılır. Ayrıca, katı

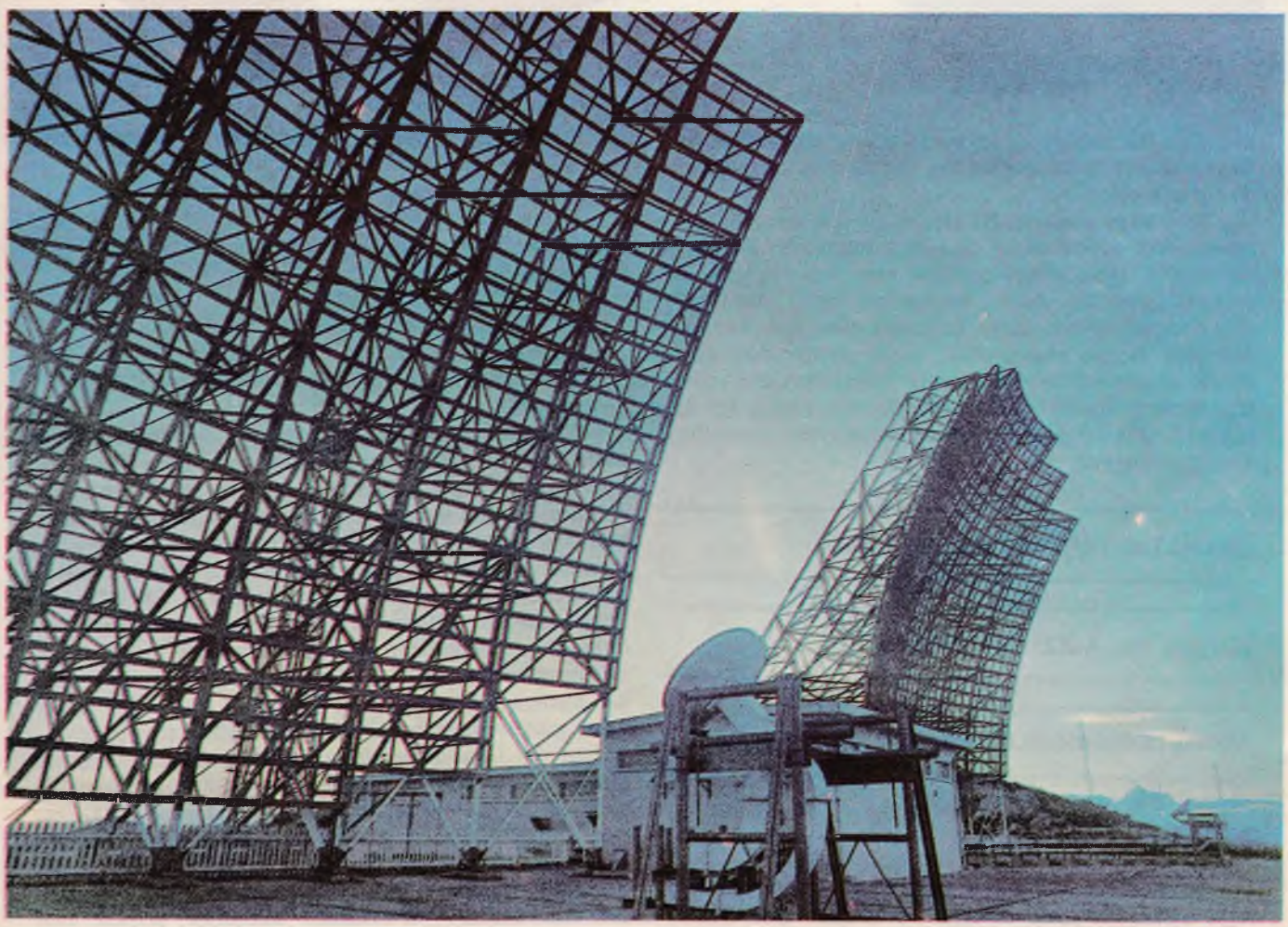
yapılı devrelerle de düşük güçlü mikrodalgalar oluşturulabilir. Bu düzeneklerin çalışma ilkesi *Gunn olayına* dayanır. (Bk. OSİLATÖR).

Mikrodalgaların yayılması: Tıpkı uzun radyo dalgaları gibi, mikrodalgalar da, biçimlendirilerek (Bk. FREKANS MODÜLASYONU ve VURU KOD MODÜLASYONU) haberleşme alanında kullanılabilir. Işık dalgaları ve radyo dalgaları gibi mikrodalgalar da, OPTİK kurallara uyarak yayılırlar; yani, soğurulma, yansıma, kırılma ve bükülme özellikleri gösterirler. Kuşkusuz, bu olaylar, kullanılan ışınımın dalgaboyuna bağlıdır. Mikrodalgalara özgü nitelikler, bazı durumlarda çok yararlı olabilir. Sözgelimi mikrodalgalar, uzun dalgalardan daha kolay denetlendiklerinden, ANTEN boyları daha küçük tutulabilir. Bu özellik, mikrodalgaların, genel yayın istasyonlarından çok, haberleşme ağının çeşitli noktalarında kullanılmaya elverişli olmasına yolaçar.

Mikrodalganın en kolay yayıldığı ortam, dünya atmosferinin en alt tabakası, yani *troposfer*dir. Ne var ki, sıcaklık dönüşümü ve cepheler gibi meteoroloji olayları, bu tabakayı oldukça karmaşık bir yapıya sokmaktadır. Ayrıca, içinde bulunan gaz ve su buharından ötürü, troposferin değişik bölgelerinde *radyo kırılma indisi* farklıdır. Bunun sonucu olarak yansıma, kırılma gibi olaylar, çok karmaşık bir hale gelir. Mikrodalgaların çoğu, bu tabakadaki yağmur, kar, vb. etkenler yüzünden büyük ölçüde saçılmaya uğrarlar. Öte yandan, ortamdaki gaz ve su buharı, uygun dalgaboyunun seçilmesini de olumsuz yönde etkiler. Troposfer tabakasının bazı bölgeleri, belirli dalgaboylarını soğurur.

Söz konusu etkenlere karşın, mikrodalgalar, troposferde yayılabilirler, ama radyo dalgaları gibi iyonosfer tabakasından yansımazlar. Bu nedenle mikrodalgalarla haberleşme uzaklığı, yaklaşık 500 km'yle sınırlıdır. Mikrodalgalar, ufuk çizgisinin altına, ancak bükülme ve saçılma yoluyla geçebilirler.

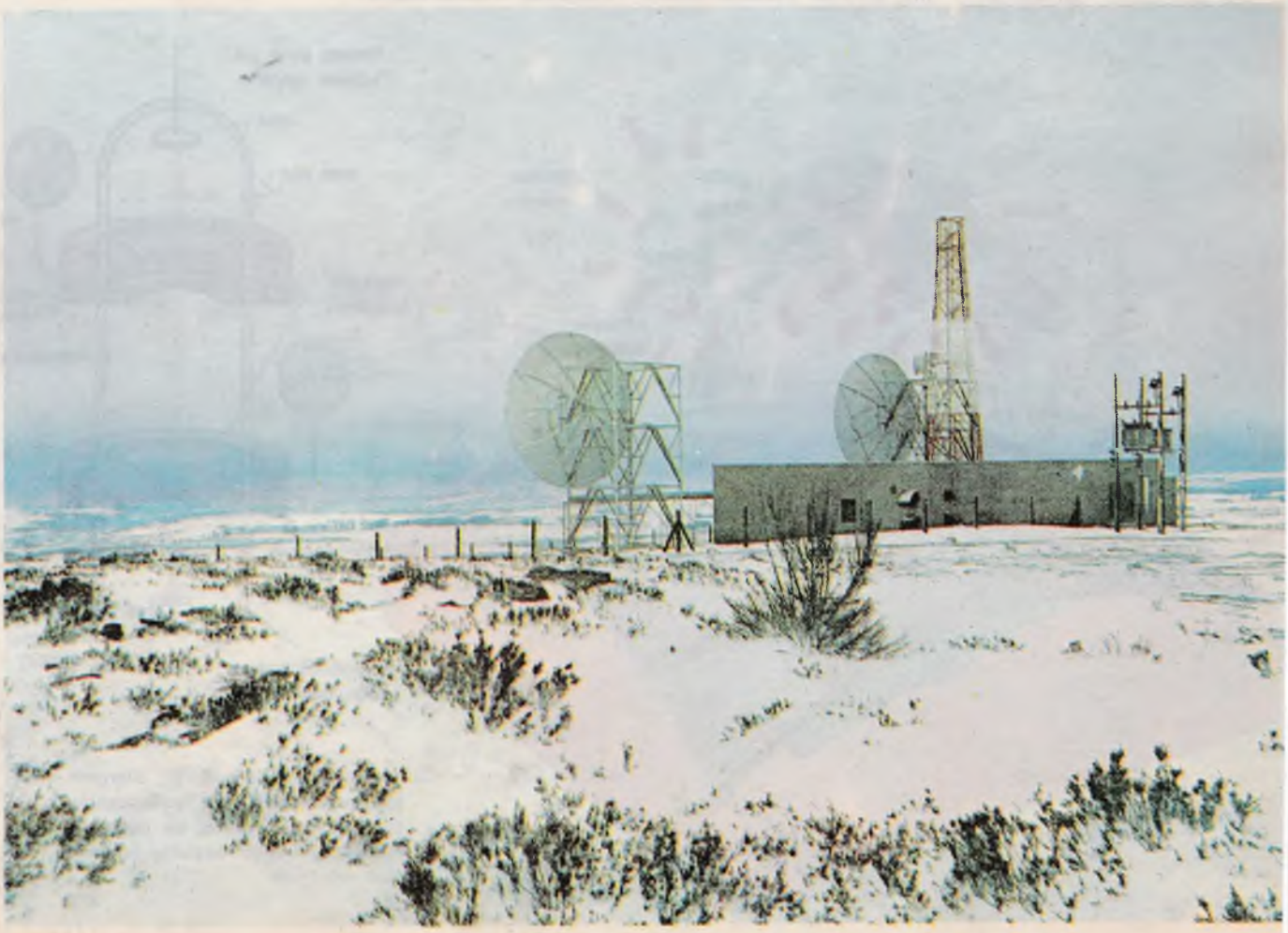
Mikrodalga devreleri: Bütün mikrodalga enerji kaynaklarının düzenlenmesinde ve yapımında, dalganın elektrik ve magnetik özelliklerine göre değişen çok özel devre tekniklerinin kullanılması gerekir. Klasik elektrik devrelerinde kullanılan iletkenler, indüktörler, KONDANSATÖR'ler ve direnç öğeleri, mikrodalga frekansında titreşen akımlar geçtiği zaman temel elektrik özelliklerini koruyamazlar. Bu nedenle, mikrodalgalar için özel devrelerin yapılması zorunludur.



Mikrodalga devreleri ile öteki devreler arasındaki en önemli fark, mikrodalga devrelerinde sinyallerin, bileşenler arasında DALGAGÜDÜCÜ'lerle taşınmasıdır. Genellikle boru biçiminde olan dalgagüdücüler, elektrik iletkenliği çok yüksek olan metallerden yapı-

Fotoğraftaki (sağda) parabol biçimli mikrodalga anteninde, yansıtıcının orta bölümüne açılan dalgagüdücü-toplayıcı görülmektedir. Genellikle haberleşme istasyonlarında kullanılan bu tür sistemlerle, çok iyi yönlendirilmiş ışınım demetleri yayınlanabilir.

İki farklı tip troposfer saçılım istasyonu. (altta solda ve sağda) Uzak mesafelere gönderilen mikrodalgaların, ufuk çizgisi ötesindeki alıcılara ulaşmaları için, troposferden geçmeleri gerekir. Mikrodalgalar troposferde saçılmaya uğrarlar. Troposferdeki koşullar, mikrodalga yayınımını olumsuz yönde etkiler. Bu yüzden, dalgaların ulaşma mesafesi 500 km'yle sınırlıdır. Soldaki resmin ön planında görülen eğrisel kafesli yapı, odaklama yapan büyük bir dalgagüdücüdür.



lırlar. İndüktans ya da sığa etkileri yaratma amacıyla, dalgagüdücülerin içine, küçük çubuklar ya da çıkıntılar yerleştirilir. Bunların fiziksel boyutları ve dalgagüdücü içinden geçen alan yapısına göre konumları, yaratacakları etkileri belirler. Mikrodalga antenleri, parabol biçimli yansıtma yüzeyi içerdiklerinden, öteki antenlerden farklıdır. Dalgagüdücüyle yansıtma yüzeyinin ortasına kadar getirilen sinyal, yönlendirilmiş bir ışınım demeti olarak yayınlanır.

Radarlarda mikrodalga: RADAR'ın geliştirilmesi, mikrodalgaların çok değişik alanlarda kullanılmasına yolaçmıştır. İkinci Dünya savaşından bu yana, hedeften yansıyıp gelen sinyal yardımıyla cismin varlığını saptama ilkesi geliştirilmiş ve çok yüksek hızlarla hareket eden hedeflerin konumlarının, hızlarının ve biçimlerinin saptanabileceği hale getirilmiştir. Mikrodalga radarıyla ise, 2 km uzaktan bir sineği bile algılamak olanaklıdır. Modern radarlar her tür hedefin gözlenmesinde kullanılabilmektedir. Günümüzde dünyanın önemli limanları ve havaalanları, mikrodalga radarlarıyla donatılmıştır. Böylece, gerek uzaktaki, gerek yakındaki hava ve deniz trafiği denetlenebilmektedir (Bk. HAVA TRAFİK DENETİMİ). Uçakların çoğunda bulunan mikrodalga radarları, yön seçme işlemlerinde ve kötü hava koşullarının saptanmasında da kullanılır. Meteoroloji olaylarının konumlarının saptanması açısından da mikrodalga teknolojisi büyük yenilikler getirmiş, böylece yeni bir bilim dalı (radyo-meteoroloji) gelişmiştir.

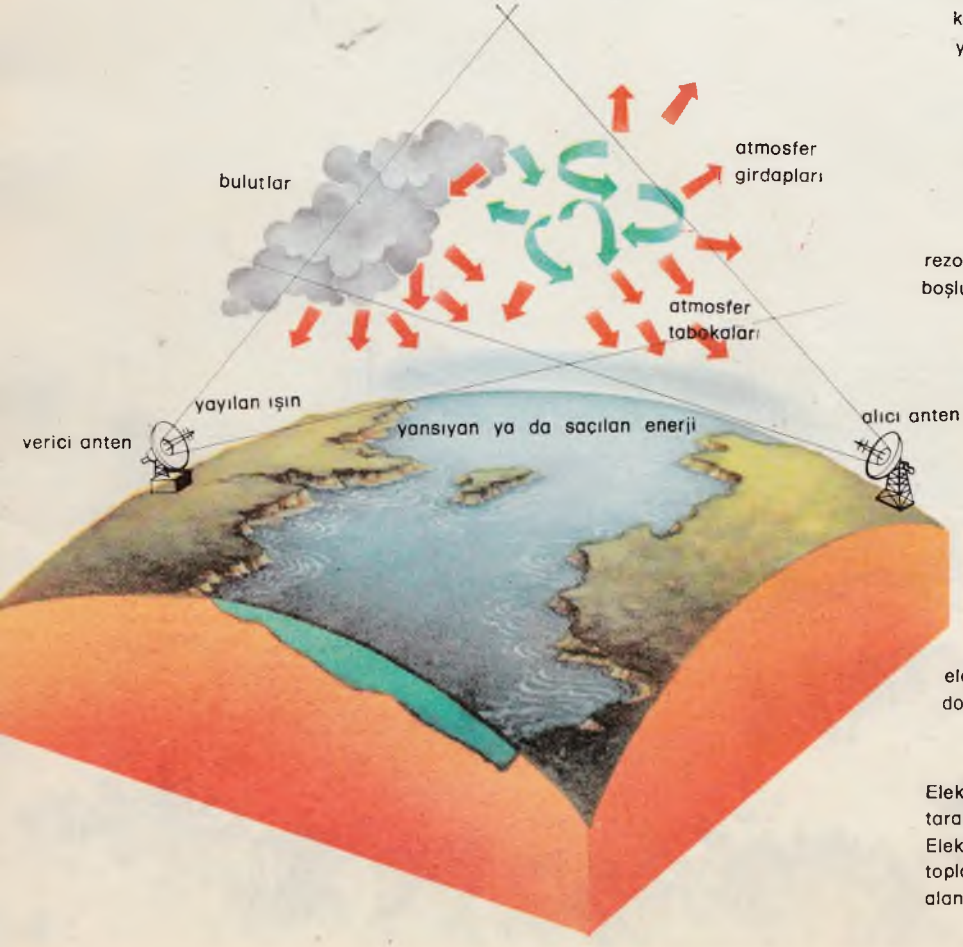
Haberleşme: Dünyadaki haberleşme gereksinimlerinin hızla artması, kablolu ya da klasik radyo dalgalı haberleşme sistemlerine büyük yükler bindirmektedir. Bu amaçla geliştirilen mikrodalga yöntemleri, radyo istasyonlarında kullanılmaya başlanmıştır. Daha yeni bir gelişme de, kıtalararası haberleşmelerde mikrodalgayla çalışan UYDU istasyonlarıdır. Hareketli araçlara kolayca takılabilen mikrodalga sistemler, uzay araştırmalarında da kullanılmaktadır.

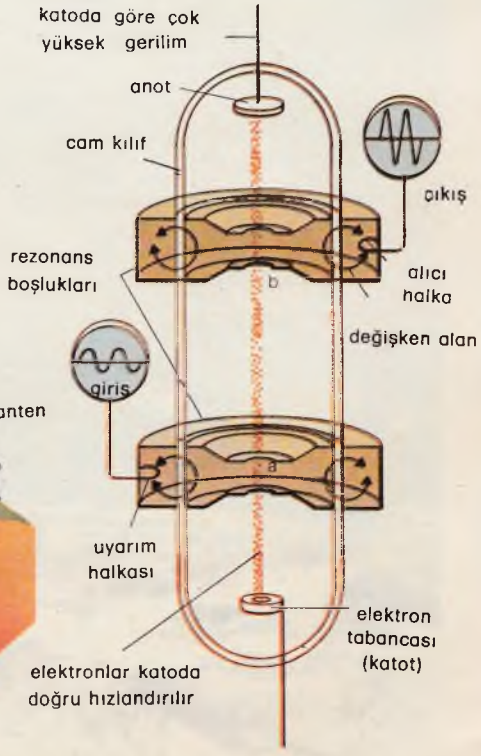
Başka uygulamalar: Mikrodalgalardan, sözü edilen kullanım alanları dışında, otomatik denetimde de yararlanılır. Haberleşme ve radar tekniklerinin birleş-

---

Troposferde saçılan mikrodalgalar. (altta solda) Bu saçılmaya bulutlar, hava girdapları, su buharı ve çeşitli gazlar neden olur.

Mikrodalga sinyallerini yükseltmede kullanılan çift boşluklu klistron, aynı frekansta çalışan valf yerine kullanılır. (altta sağda)





Elektronlar ilk boşlukta (*a*) alternatif alan tarafından hızlandırılıp yavaşlatılırlar. Elektron, *b*'ye varınca, bir demet halinde toplanır ve ikinci boşlukta büyük bir alan indüklenir.

tirilmesi sonucu, kara taşıtları, uçaklar, vb. hareketli araçlar, otomatik denetimle yönetilmektedir.

Radyo altimetresinde (yükseltiölçer) yükseklik ölçümü, yerden geri yansıyan mikrodalgalarla yapılmaktadır. KADASTRO ölçümlerinde, uzaklıkların duyarlı biçimde saptanmasında *tellürometre*ler kullanılır. Laboratuvar çalışmalarındaysa, organik ve anorganik maddelerin fiziksel ve elektriksel özellikleri, genellikle mikrodalga teknikleriyle ölçülmektedir.

Mikrodalga yardımıyla, yemek de pişirilebilmektedir. Organik maddelerin bu frekanstaki enerjiyi büyük ölçüde soğurması ilkesinden yararlanılarak yapılan fırın ve ocaklar, pişme süresini birkaç saniye ya da dakikaya indirir. Öteki ocaklardan çok üstün olan mikrodalga ocaklarında, 2,5 GHz'de bir kilowattlık güç oluşturan bir magnetron kullanılır. Dalgagüdücüyle taşınan ışınımın aynı frekansla titreşecek olan bir ortam içine gönderilmesiyle, düzgün bir enerji dağılımı sağlanır.

MİKROFİLM

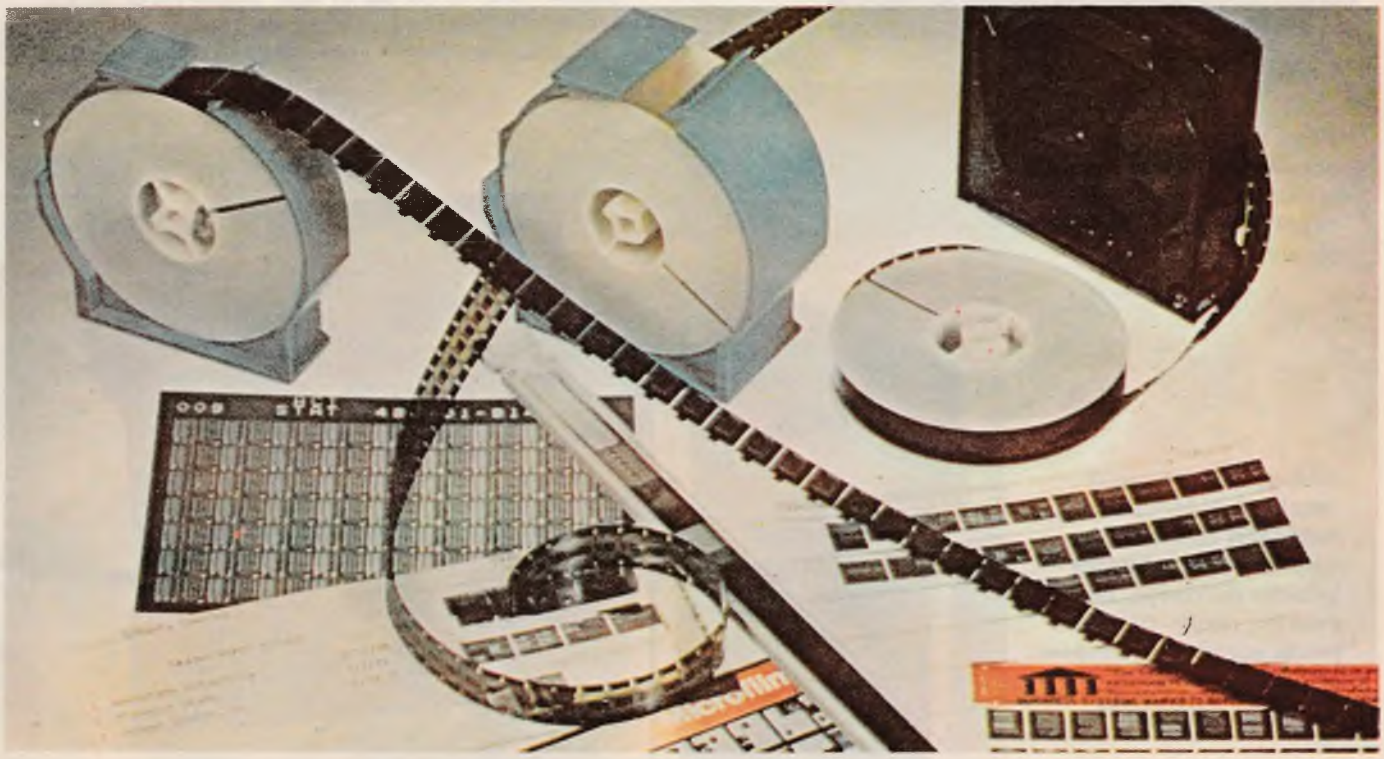
Mikrofilm, teknik çizim ya da kitap sayfası gibi bilgi birimlerinin, boyutlarının küçültülerek filme kaydedilmesini sağlar. Çok sayıda belgenin, sinema filmi halinde, bir tek makarada toplanmasını olanaklı kılar.

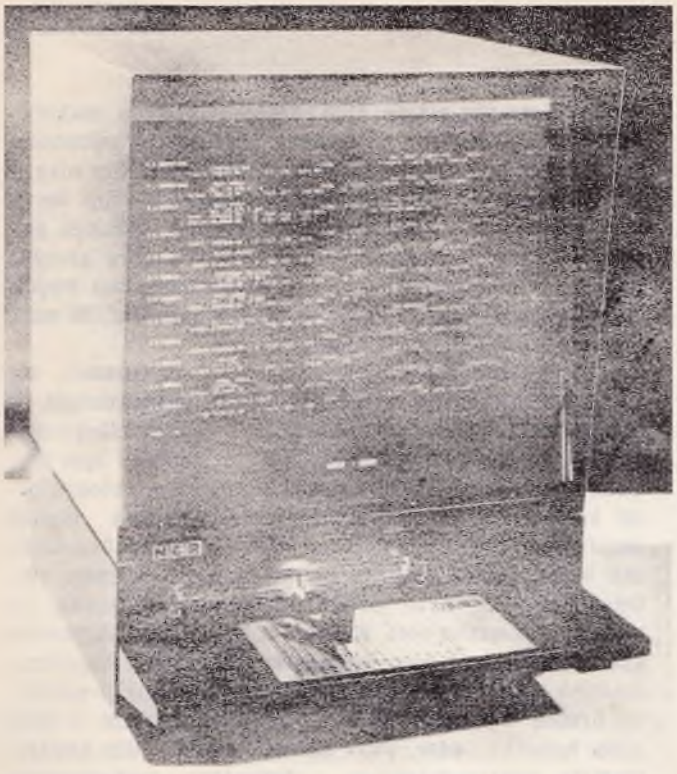
Mikrofilm makinaları: 16 mm, 35 mm ya da 105 mm genişliğindeki filmler üstüne belgelerin fotoğrafını alan kameralara, «*mikrofilm makinaları*» adı verilir. Bunlar başlıca üç tipe ayrılır: «*Düz yataklı; hareketli; bilgisayar çıkışlı.* Düz yataklı mikrofilm makinası, belge tablasının üstündeki bir destek sütununa oturtulmuş objektif, obtüratör ve film ilerletici mekanizma kapsayan bir kameradan oluşur. 16 mm ve 35 mm mikrofilmin kullanıldığı bu makina, oldukça yavaş çalışmasına karşılık, çeşitli verilere göre ayarlanabilir. Bununla, 160 × 114 cm boyutlarından küçük belgeler, gazeteler, kitaplar ve teknik çizimler, 35 mm'lik mikrofilmlere kaydedilebilir.

En yaygın kullanılan mikrofilm makinaları, bir çek büyüklüğündeki belgelerin mikro-görüntüsünü 16 mm'lik mikrofilme alan hareketli türdür. Dakikada 600 mikro-görüntü çekebilen bu tür, bürolar için hazırlanmıştır ve beş dakikalık bir eğitimle, fotoğrafçılık konusunda herhangi bir bilgisi olmayan kişiler tarafından da kullanılabilir. Mikro-görüntüsü çekilecek belge, çekim alanına bir kayış ya da silindir sistemiyle verilir. Aynı anda objektifin arkasında, 16 mm'lik mikrofilm ters yönde döner. Filmin objektifin arkasından geçiş hızı, kullanılan objektifin küçültme oranına eşittir: 20:1 küçültme oranında mikro-görüntü üreten bir çekicide film, belgenin hızının 1/20'si hızla hareket eder. Poz süresi ışığın açılıp kapanmasıyla ayarlandığından, obtüratör mekanizması yoktur. Belgenin ön kenarının çekim alanına girişi, filmi harekete geçirir ve aydınlatma sistemi çalışır. Belgenin arka kenarı çekim alanından çıkarken de, film hareketi durur ve aydınlatma sistemi kapanır.

Düz yataklı ve hareketli tür mikrofilm makina-

Çeşitli mikrofilmler, 16 ve 35 mm'lik kartuşlar ve mikrofişler. (altta)





Yalın bir mikrofiş okuyucusu. (üstte) Resmin altında gerçek büyüklükteki görüntüler görülmektedir.

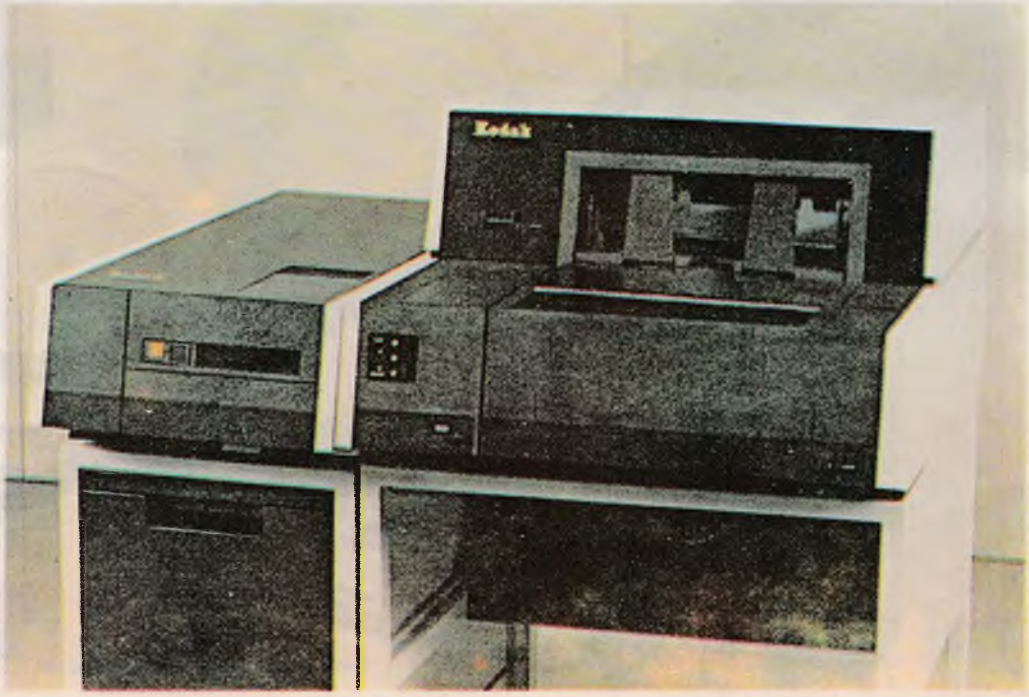
ları, kağıt üstündeki bilgilerin mikro-görüntülerini çıkarır. Ama bilgisayar çıkışlı makinalar, bilgileri, magnetik banttan yazı dilinde mikro-görüntüye çevirir. Böylece, magnetik banttaki bilgisayar verileri, görüntüye dönüştürülür. Bu görüntü, bir KATOT IŞINI TÜPÜ'nün yüzeyine yansıtılarak, mikrofilme çekilir. Mikrofilm makinası, verilen bilgiyi, 16 mm, 35 mm, 82,5 mm ya da 105 mm genişliğinde filmlere, saniyede 120 bin harfe ulaşan bir hızla kaydedebilir. Bu da, en hızlı bilgisayar SATIR YAZICI'sından yirmi kez daha hızlıdır.

Mikro-görüntülerin saklanması: Mikro-görüntüler, çeşitli biçimlerde saklanabilir. Bunların en yaygını 16 ya da 35 mm'lik makaralardır. Çapları ortalama 10 cm olan bu makaralarda, yaklaşık 70 m uzunluğunda filmler saklanabilir. Sık ve hızlı bilgi vermesi gereken 16 mm'lik sistemlerde, kaset ya da kartuşlar kullanılır. Plastik kartuş, mikrofilmi korur ve görüntü okuyan birimin otomatik olarak doldurulmasını kolaylaştırır.

Bilginin özel gruplar halinde saklanmasını ve istendiğinde bazı bilgilerin eklenip çıkarılmasını gerektiren durumlarda, *mikrofilm* ceketleri kullanılır. Bunlar, 16 ya da 35 mm filme (ya da ikisine de) uyan kanallar oluşturacak biçimde birleştirilmiş, iki saydam tabakadan oluşur.

Kitaplıklar ve teknik bölümler gibi yerlere bilgi dağıtımı yapan mikro-yayın sistemlerinde, *mikrofişler* kullanılır. Genellikle 15 × 10 cm boyutlarında ya da 80 kolonlu bir delikli kart büyüklüğündeki mikrofilm yaprağı üstünde, 60 (20:1 küçültme) ile 200 (40:1 küçültme) arasında mikro-görüntü vardır. 150:1 oranında küçültülmüş mikro-görüntüleri olan bir *ültrafiş*deyse, ortalama 3 000 mikro-görüntü bulunabilir.

Delikli kart, 16 ya da 35 mm mikro-görüntü alacak biçimde hazırlanmış bir ya da birkaç özel deliği olan, 80 kolonlu, delikli veri işleme kartıdır. Başlıca



Yüksek hızlı, otomatik hareketli, 16 mm'lik mikrofilm makinası. (sağda) Filmi çekilecek belgeler makinaya, öndeki delikten verilir. Otomatik çekim işleminin ardından belgeler, makinanın üstünden dışarı çıkar.

uygulama alanı, teknik çizimlerde kullanılan mikrofilm sistemleridir. Bu sistemlerde 35 mm'lik bir mikro-görüntü, delikli kartta bir çerçeveyi doldurur.

Mikrofilm okuma: Mikro-görüntüler çıplak gözle okunamadığından, mikrofilm için özel okuyucular geliştirilmiştir. Bazı okuyucularda, ekrana yansıtılan görüntünün büyütülmüş bir kağıt kopyasını çıkarabilen bir birim bulunur. Bunlara, «*okuyucu-yazıcı*» denir.

Mikro-görüntüdeki bilgiden yararlanma hızı ve kolaylığı, filmin niteliğine, mikrofilm çekicisine, mikrofilm okuyucusuna ve numaralama yöntemine bağlıdır.

En hızlı mikro-görüntü okuma sistemlerinden biri, *görüntü denetim işaretli numaralama*dır. Mikrofilm makarasında her görüntünün altına işlenen bir işaret, görüntü sıra numarasını verir. İşaretler fotoelektrik sayıcılarla okunur. Operatör, bir indekse başvurarak, sistemin tablosunda, istediği görüntü numarasına basar. Birkaç saniye içinde, görüntü, ekranda belirir. Bu sistemler, genellikle bilgisayar programlarıyla bütünleştirilir.

Günümüzde kullanılan geliştirilmiş bir sistem de, *optik kodlu numaralama*dır. Öteki sistemler, belgenin mikrofilmdeki yerini bulmak için bir indekse bakmayı gerektirir. Optik kodlu sistemdeyse, operatör, belgeyi, belgenin yerini, hattâ istenen bilgiyi hangi belgenin içerdiğini bilmeden, konusuna göre arayabilir Sözgelimi, Kodak Miracode II sisteminde, her belgeye. filme alınışı sırasında bir kod verilir. Kod, belgenin yanında, belirgin dikdörtgenler biçimindedir. Görüntüyü bulmak için operatör, tabloda istediği koda basar, makina otomatik olarak o görüntüyü bulur.

Nüfus artışı ve yaşam standartlarının yükselmesi, her tür bilginin giderek artan miktarlarda saklanmasını gerektirmektedir. Ne var ki, kağıt üretiminde kullanılan hammaddeler azalmakta ve bilgi depolama sistemleri küçültülmek istenmektedir. Bu nedenle, bilgilerin saklanmasında, mikrofilm, gün geçtikçe daha büyük önem kazanmaktadır.

MİKROFON

Mikrofon, ses enerjisini elektrik ENERJİ'sine dönüştüren, elektromekanik bir aygıttır. Ses dalgalarının havada oluşturduğu basınç değişikliklerine uyabilen esnek bir diyafram içerir. Havadaki bu basınç değişiklikleri, mikrofonda iki biçimde kullanılır. Mikrofon, ya doğrudan *basınç*la ya da *basınç değişikliği*yle çalışır.

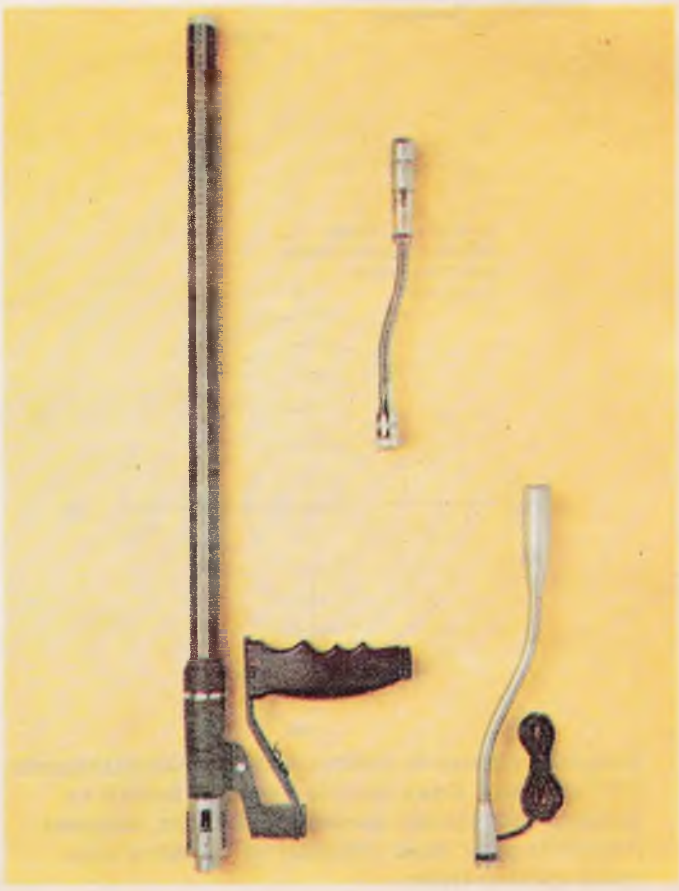
Bir yüzü havaya açık olan mikrofon, doğrudan basınçla çalışır. Diyaframa uygulanan kuvvet, ses dalgasındaki apansız BASINÇ'a ve diyafram yüzeyinin büyüklüğüne bağlıdır. Diyaframın iki yüzü de havaya açıksa, mikrofon, basınç değişikliğiyle çalışır. Bu durumda diyafram, yalnızca ön ve arka yüzüne uygulanan basınçlar arasında bir *fark* olursa hareket eder. Basınç farkının nedeni, diyaframın ön ve arka yüzeylerine ulaşan ses dalgalarındaki *faz* farkıdır.

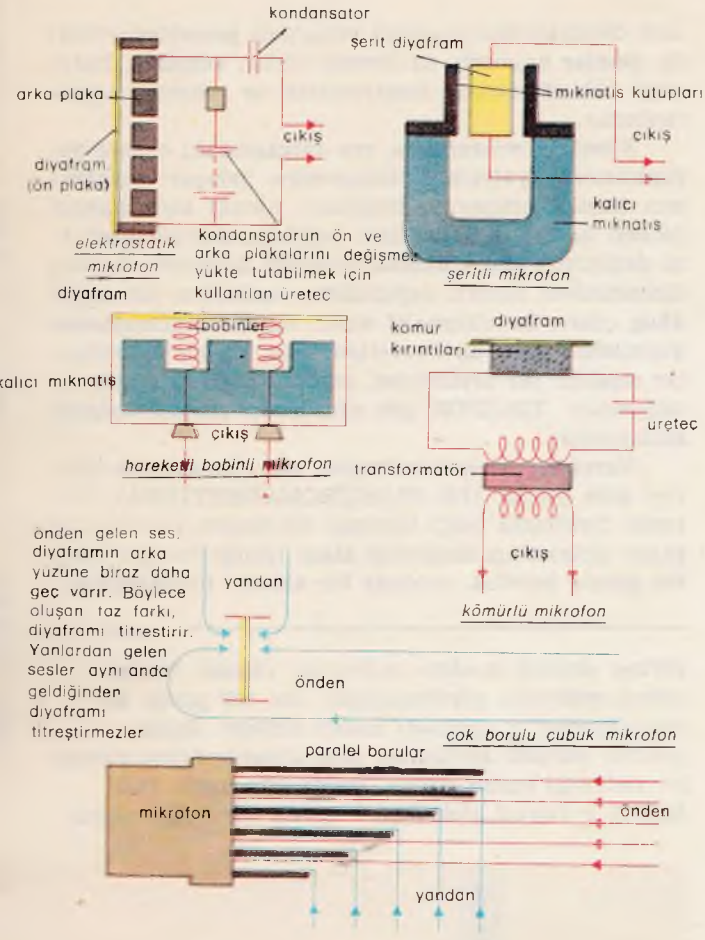
Mikrofon türleri: Ses enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi çeşitli yollardan gerçekleştirilebilir. Bunlar arasında en önemli türler, kömürlü, hareketli bobinli, şeritli, elektrostatik ve billurlu mikrofonlardır.

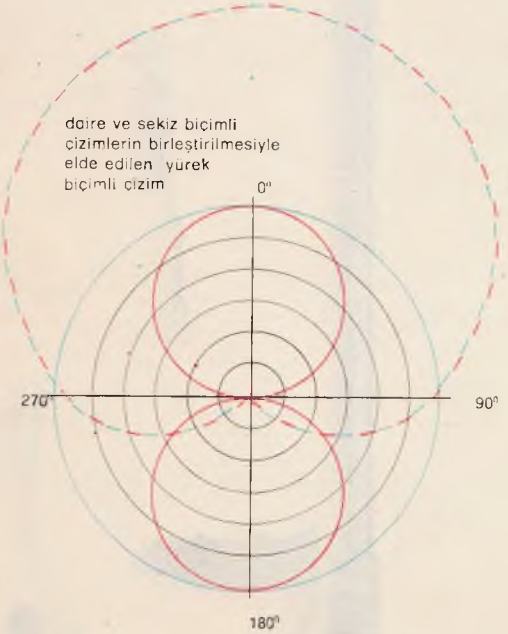
*Kömürlü mikrofon*da, ses dalgasındaki basınç değişiklikleri diyaframın titreşmesine yolaçar. Diyaframın hemen arkasında bulunan kömür kırıntılarına iletilen basınç değişiklikleri, bunların elektrik direncini değiştirir. Doğru akımla beslenen devreden, karbon direncindeki sürekli değişiklikler nedeniyle alternatif akım çıkar. Bu alternatif akım, bir transformatörden geçirilerek, daha da kuvvetlendirilir. Bu tür mikrofonlar nitelikli ses üretmezler, ama maliyetleri düşük olduğundan, TELEFON gibi aygıtlarda yaygın biçimde kullanılırlar.

Hareketli bobinli mikrofon, elektromagnetik ilkelere göre çalışır (Bk. ELEKTROMAGNETİZMA). Titreşen diyaframa bağlı bulunan bir bobin, kuvvetli bir kalıcı mıknatısın magnetik alanı içinde hareket eder. Bu görece hareket, bobinde bir akımın indüklenmesi-

Birkaç değişik modern mikrofon. (altta) Solda, çubuk mikrofon görülmektedir. Bu, tek yönlü bir mikrofondur ve uzaktaki sesleri alabilir. Sağda üstteki, gürültü süzücü bir mikrofondur. Yürek biçimli bir kutupsal çizimi vardır. Sağda alttakiyse, küre biçimli kutupsal çizimli, çok yönlü bir mikrofondur.







En üstteki çizimlerde elektrostatik ve şeritli mikrofonlar görülmektedir. Onun altında hareketli bobinli ve kömürlü mikrofonlar vardır. En alttaysa, kutupsal çizimlerde yöne bağlı özellikler ve bunların elde edilişi görülmektedir.

ne yolaçar. İndüklenen akımın şiddeti, gelen ses dalgasının şiddetiyle doğru orantılıdır (Bk. İNDÜKTANS)

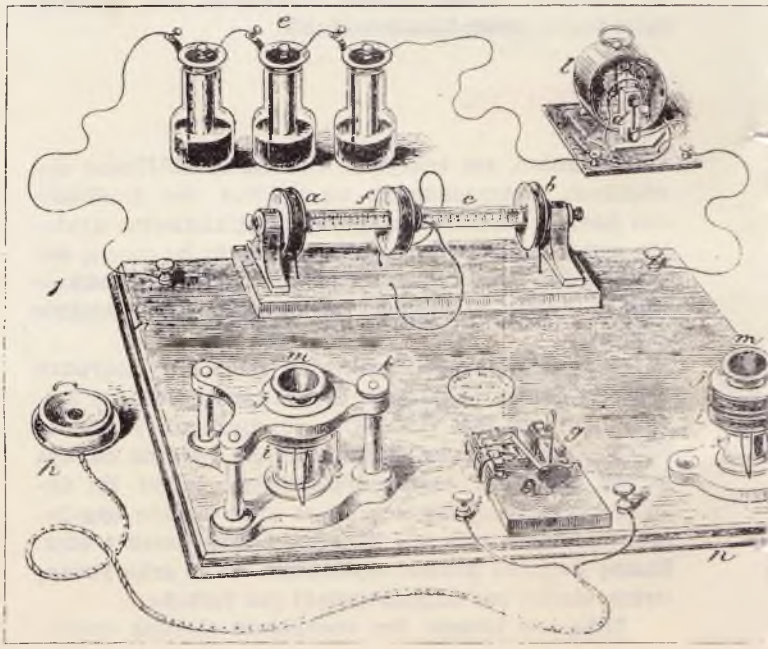
Şeritli mikrofon da elektromagnetik ilkelere göre çalışır. Kalıcı mıknatısın kutupları arasına bir metal şerit sallandırılır. Metal şeritte, tıpkı hareketli bobinde olduğu gibi, ses dalgasının değişikliklerine uyularak bir akım indüklenir.

Elektrostatik mikrofon KONDANSATÖR'e benzer. Ancak, kondansatör levhalarından biri hareketsiz tutulmuş, öteki de diyafram görevi yapacak biçimde serbest bırakılmıştır. Diyafram hareket ettikçe, kondansatörün ortalama sığası değişir. Plakalar arasına değişmez gerilim uygulandığında, ses titreşimleriyle birlikte kondansatörün sığası da değişeceğinden, devrede bir alternatif alan oluşur. ELEKTRET mikrofonlarda da ilke aynıdır. Yalnız, elektret madde, kendi gerilimini kendi oluşturduğundan, dışardan gerilim gerektirmez.

*Billurlu mikrofon*ların çalışma ilkesi, PİEZOELEKTRİK MALZEMELER'in özelliklerine dayanır. Sözgelimi, üstüne uygulanan değişken bir kuvvet etkisiyle bükülen ya da kıvrılan Rochelle tuzu, bir alternatif (dalgalı) akım üretir. Mikrofon içine yerleştirilen Rochelle tuzu tabakaları, ses dalgası tarafından uyarıldığında, bir değişken gerilim oluşturur.

Frekans yanıtı: Bir mikrofonun frekans yanıtı, mikrofona değişik ses frekansları verilerek saptanır. İki büyüklük, yani *hertz* cinsinden frekans (ses titreşimlerinin frekansı) ve desibel cinsinden ilgili elektrik akımları ölçülüp, grafiğe işlenir.

Frekans yanıt eğrisi yatay bir doğruysa, bu, mikrofonun değişik ses frekanslarına karşı hep aynı elektrik gücü oluşturduğu anlamına gelir. Uygulamada böyle bir sonuç elde etmek olanaksızdır. Ama, çağdaş tekniklerle, bu yetkin eğriye oldukça yakın frekans



yanıtı verebilen mikrofonlar yapılmıştır (Bk. Hİ-Fİ SİSTEMLER).

Yöne bağlı özellikler: Bir mikrofonun *kutupsal çizimi*, farklı açılardan mikrofona ulaşan seslerin oluşturduğu gerilim çıkışlarını çizim yoluyla gösterir. Açılar mikrofon ekseninden başlayarak ölçülür. Frekans kaynağının değişik konumları için ayrı ayrı kutupsal çizimler hazırlanır. Uygulamada üç farklı tür çizim elde edilir: Birincisi, daire biçimlidir; ikincisi sekize benzer; üçüncüsü yürek biçimindedir.

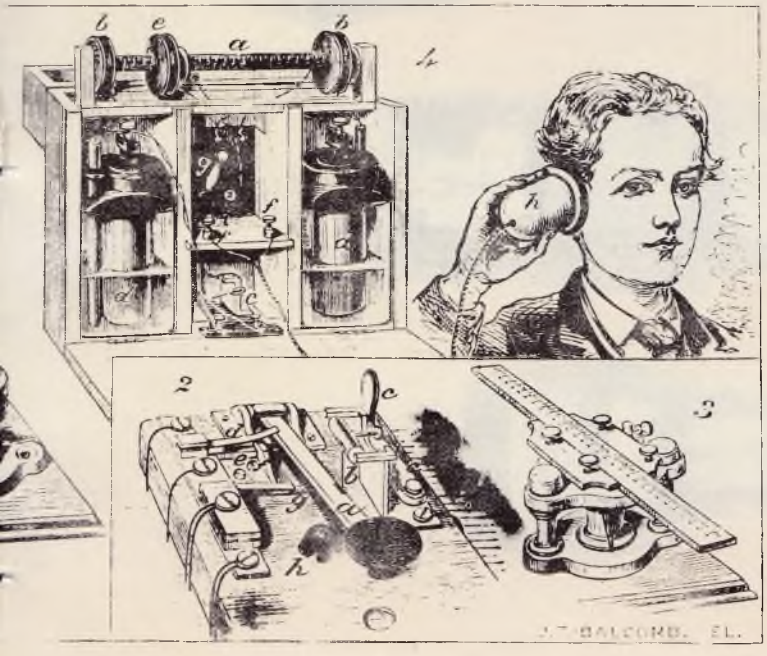
Daire biçimli kutupsal çizim *çok yönlü* mikrofonu simgeler. Çok yönlü mikrofon, her doğrultudan gelen sese aynı duyarlılığı gösterir. Sekiz biçimli bir çizimse, iki yönlü mikrofonu gösterir. Bu tür mikrofonlar, diyaframlarına önden ve arkadan gelen seslere karşı duyarlıdırlar, yandan gelenlere yanıt vermezler. Çizimi yürek biçimli olan mikrofon, daha çok diyaframın ön yüzüne gelen ses dalgalarına duyarlıdır. Daire biçimli çizime, genellikle *basınçla çalışan* mikrofonlarda rastlanır. Bu tür mikrofonların kutupsal çizimleri hep birbirine benzer. Bunlar, düşük frekanslarda çok yönlü, yüksek frekanslardaysa tek yönlü çalışma eğilimindedir. Bu yanıt farkı, *engel etkisi*nden kaynaklanır. Engel etkisi, cisimlerin, dalgaboyu kendi boyutlarından küçük olan sesleri yansıtması sonucu oluşur. Sözgelimi, mikrofon büyüklüğünde bir cisim, yalnızca 1 kHz'den büyük frekansları yansıtır.

Sekiz biçimli kutupsal çizim, *basınç değişikliği*ne göre çalışan bir mikrofonu simgeler. Daha önce belirttiğimiz gibi, basınç değişikliğiyle çalışan bir mikrofonun diyaframının iki yüzü de havaya açıktır. Diyaframın titreşmesi için yüzeyler arasında basınç farkı olması gerekir. Diyaframın ön ve arka yüzüne ulaşan ses dalgaları arasında faz farkı olduğunda, bu durum ortaya çıkar. Faz farkı da, ses dalgasının geliş açısına bağlıdır (Bk. DALGA HAREKETİ). Ses kaynağı, mikrofonun tam önünde ya da tam arkasındaysa, en büyük basınç farkı oluşur. Buna karşılık, ses kaynağı iki yönden mikrofona yaklaştırıldığında, fazda bir fark olmaz; çünkü ses dalgaları, diyaframın iki yüzüne, eşit uzaklıklar aşarak ulaşırlar. Bu durumda basınç farkı oluşmayacağından, diyafram titreşmez. Değişik açılardan gelen öteki ses dalgaları, en alt ve en üst değerler arasında değişen basınç farkları oluştururlar.

Yürek biçimli kutupsal çizim, mikrofonun tek yönlü olduğunu gösterir. Bu tür mikrofonlar, özellikle gürültülü yerlerde, yalnızca belirli seslerin aktarılması istendiğinde yararlıdır. Tek yönlü mikrofon yapılırken, basınçla ve basınç değişikliğiyle çalışma özellikleri birleştirilir. Yürek çizimli mikrofonun ön tarafındaki iki öğe, elektrik çıkışları birbirini artıracak biçimde aynı fazda çalışır. Oysa mikrofonun arkasındaki öğeler karşıt fazlıdır ve elektrik sinyalini bütünüyle söndürür.

Basınçla çalışma ve basınç değişikliğiyle çalışma özelliklerini birleştiren bir tek öğe kullanılarak da yürek biçimli çizim elde edilebilir. Bu teknik, arka plakalara bir delik açma yoluyla, *elektrostatik mikrofon*lara uygulanmaktadır. Yürek çizimli elektrostatik mikrofonların bulunmasıyla, iki diyafram içeren ve sırt sırta iki yürek çizimli mikrofon varmış gibi sonuç veren mikrofonlar geliştirilmiştir. Bu tür bir mikrofon, bir anahtarla, hem tek yönlü ve hem de iki yönlü yanıt sağlayabilir.

Hughes mikrofonlarından çeşitli örnekler. (altta)



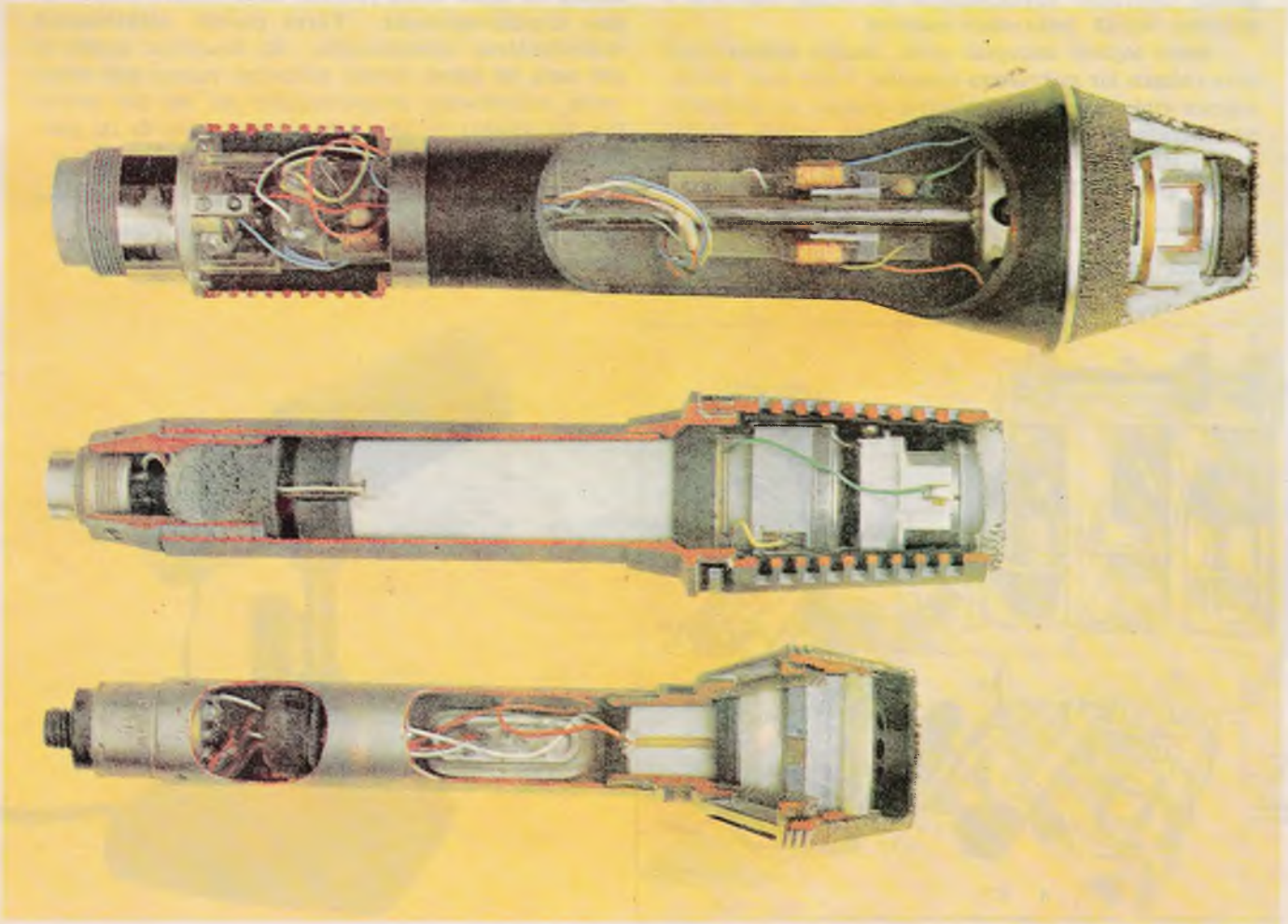
Stüdyolarda kullanılan tek yönlü, yürek biçimli frekans çizimli mikrofon. (altta)

Özel tek yönlü mikrofonlar: Bazı durumlarda, belirli bir uzaklıktan ses almak gerekebilir. Bu amaçla kullanılacak sistem, yalnızca istenilen sesi almalı, istenmeyen sesleri elemelidir. Günümüzde bu gibi durumlarda kullanılan iki sistem vardır: *Parabol yansıtıcılı mikrofon; çubuk (namlu) mikrofon.*

Parabol yansıtıcılı mikrofon, RADAR'larda olduğu gibi, istenilen bilgiyi odak noktasına toplar. Odak noktasına, basınçla çalışan bir mikrofon yerleştirilir. Böylece toplanan ses enerjisi, elektrik enerjisine dönüştürülür. Engel etkisinden ötürü, yalnızca çok büyük yansıtıcılar, duyma aralığındaki bütün frekansları yansıtacak güçtedir. Bununla birlikte, verim ve kullanışlılık arasında bir seçim yapılarak, genellikle, 1 m çapında yansıtıcılar seçilir. Bunlar alüminyumdan yapılır ve arka yüzleri, yağmur sesinden etkilenmemeleri için süngerle kaplanır.

Çubuk mikrofonlarda ses, mikrofona, çok sayıda dar ve uzun borudan geçerek ulaşır. Borular birbirine paraleldir. Mikrofon ekseni doğrultusunda gelen ses-

Değişik mikrofonların kesitleri. (solda ve altta) Solda masa tipi mikrofonlar görülmektedir. Alttakilerse, tek yönlü sistemlerdir.



ler, borudan geçerek diyaframa ulaşmak için aynı yolu aştıklarından, aynı fazdadırlar. Oysa eksene açıyla yaklaşan ses dalgaları, aralarında faz farkı bulunduğundan, diyaframa karşıt fazda ulaşabilirler. Böylece titreşim söndürülmüş olur. Ayrıca, bir kalın boru içine, birbirine paralel birçok ince boru yerleştirilerek, tek yönlü mikrofon da yapılabilir. Çok borulu mikrofonlarda olduğu gibi, bu da, eksene paralel gelen seslere duyarlıdır.

MİKROFOTOĞRAFÇILIK

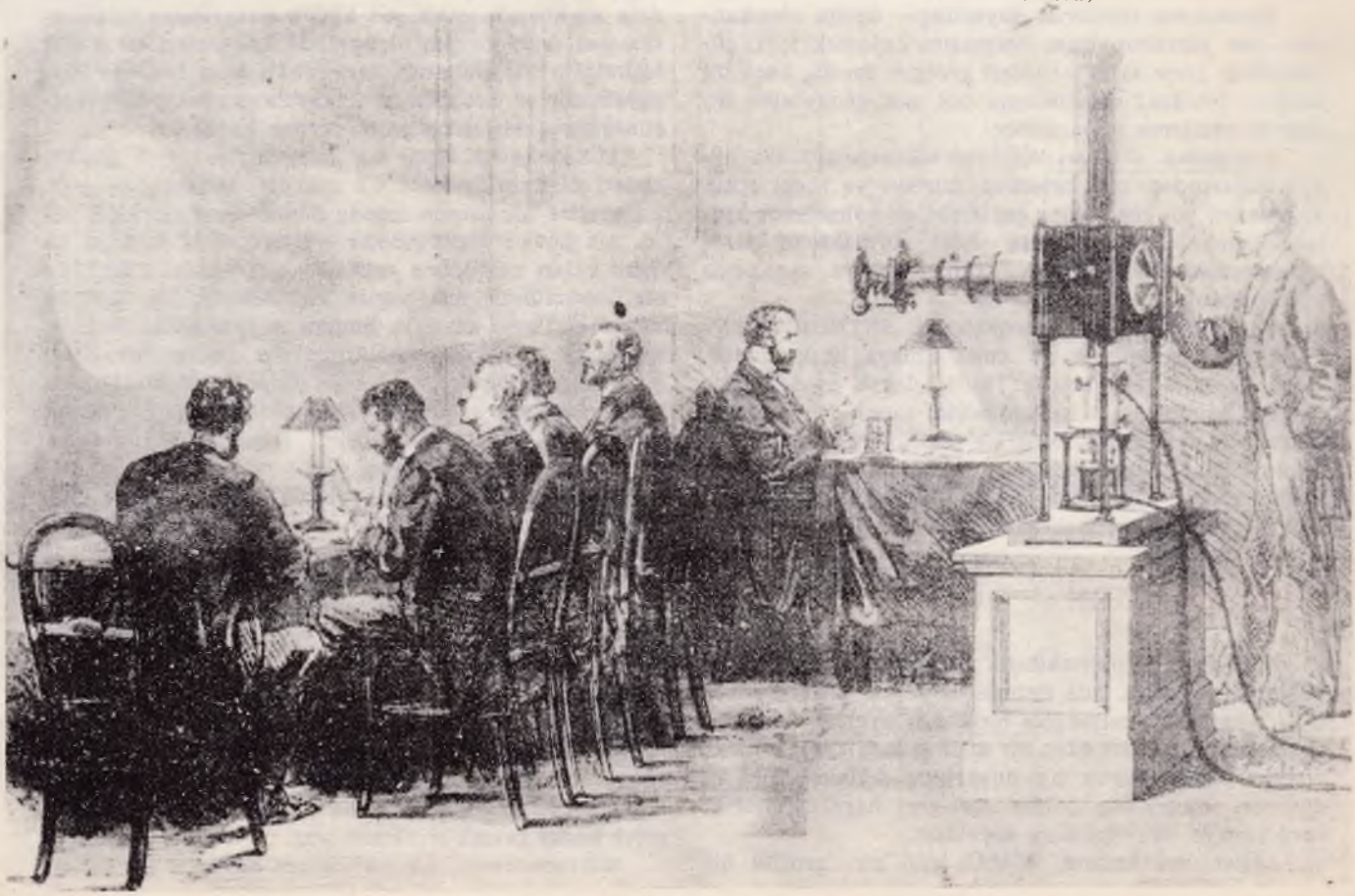
Mikrofotoğrafçılık, özellikle yazı ve çizimlerin çok küçük fotoğraflarını almak için kullanılan bir tekniktir (mikroskop yardımıyla küçük nesnelerin normal ölçülerdeki fotoğraflarını çıkarmakla uğraşan *fotomikrografi*yle karıştırılmaması gerekir). Mikrofotoğrafçılık yoluyla, bir kitap sayfası, okunabilirliği korunarak, topluiğne başı kadar küçültülebilir.

Mikrofotoğrafçılık, fotoğrafçılığın doğuşundan kısa bir süre sonra, 1839'da J.B. Dancer tarafından bulundu. Dancer, Manchester'de, birkaç kitap sayfasının okunabilir mikro-görüntülerini çıkarmayı başardı. 1870-1871 Fransa-Prusya savaşında da Dagron adlı bir Fransız fotoğrafçısı, işgal altındaki Paris ile Tours arasında, posta güvercinleriyle, mikrofotoğraf halinde 115 000 mesajın gönderilmesini sağladı.

Günümüzde, bilgi saklama alanındaki kullanım, MİKROFİLM endüstrisi tarafından yürütülmektedir. Buna karşılık, mikrofotoğrafçılık, bilginin kolayca gözden saklanabilen boyutlara küçültülebildiği casusluk alanında, özellikle de mikroelektronik aygıt yapımında kullanılmaya başlanmıştır.

Araç ve gereçler: Mikrofotoğrafçılığın en önemli maddesi, ince ayrıntıları kaydedebilen fotoğraf emülsiyonudur. Normal FİLM *gren*leri (ışığa duyarlı tanecikler) bu uygulama için çok büyüktür. Hem istenen ince yapıya ulaşmak, hem de ışığın emülsiyonda dağılması sonucu resmin netliğinin bozulmasını önlemek için, çok ince grenler gereklidir. Bu tür emülsi-

Casusluk amacıyla kullanılan bir mikrofotoğraf. (solda) Rusça yazılmış, kibrit başı büyüklüğündeki bu mektup, Helen Kroger'in el çantasında bulunmuştu. Kroger'ler 1961'de Londra'da casusluk suçundan tutuklanmışlardır. 1871'de mesajlar küçültülüp, güvercinlerin kuyruk tüylerine bağlanıyor, alınan mesajlar da, projeksiyon makinasıyla büyütülüp, el yazısıyla kaydediliyordu. (altta)



yonlar aşağı yukarı saydamdır. Ama, normal filmle karşılaştırıldığında, hem daha az duyarlıdırlar, hem de çok keskin hatlar verirler. Normal film gibi gümüş tuzu grenleri içeren ve bilinen yöntemlerle yıkanan mikrofotoğraf plakaları, 1940'lardan bu yana üretilmektedir. Son yıllardaysa, yeni bir yöntem bulunmuştur. «Fotokromatik mikro-görüntü» adı verilen bu yöntemde, ışığa duyarlı, molekül büyüklüğünde organik boyalar kullanılmakta, böylece hem görüntü bütünüyle grensiz olmakta, hem de daha yumuşak hatlar vermektedir. Ayrıca bu yöntemde yıkama işlemi gerekmemekte, filmi morötesi ışınlara tutmak yetmektedir. Görüntüler oda sıcaklığında, birkaç saatte yok olmaktadır. Ama soğukta korunduğunda, aylarca, hattâ yıllarca saklanabilmektedir.

Söz konusu görüntüler kızılötesi ışınlarla silinebilir. Bu nedenle, denetim kayıtlarında, sözgelimi çok sayıda ayrı görüntü gerektiren otomobil parça listelerinin tutulmasında, özellikle yararlıdır. Fotokromatik mikro-görüntü yönteminde, görüntüyü normal gümüş tuzlu emülsiyonlarla çoğaltmadan önce, tek tek denetleme olanağı da vardır.

İstenen ayrıntıları veren bir görüntü elde etmek için, sıradan bir fotoğraf makinasınınkinden çok daha nitelikli bir objektif kullanmak gerekir. Nitelikli bir objektifle alınmış görüntünün yalnızca orta bölümü kullanılarak da oldukça iyi sonuçlar alınabilir. Ama, MİKROSKOP objektifi bu iş için daha uygundur.

Kullanılan filmlerin duyarlılığı düşük olduğundan, poz süresinin aşırı uzamasını önlemek için, görüntünün iyice aydınlatılması gerekir. Bu da, önce bir normal fotoğraf makinasıyla bol ışık geçirebilen bir negatif çekilerek sağlanabilir.

Uygulama alanları: Mikrofotoğrafçılığın ilk uygulamalarından biri, teleskop, dürbün ve öteki optik aygıtların, göz merceğine yerleştirilen bölmelerde kullanılmasıdır. Bu uygulama hâlâ sürmektedir. Gizli haberleşmedeki yararıysa, İkinci Dünya savaşında anlaşılmıştır.

Son yıllarda mikrofotoğrafçılık, ENTEGRE DEVRELER'in üretiminde de kullanılmaya başlanmıştır. Yarıiletken tabaka olarak kullanılacak model, önce normal boyutlarda hazırlanmakta, sonra da mikrofotoğrafçılık tekniğiyle fotoğrafı çekilmektedir. Bu yöntemle, hesap makinalarından uzay gemilerinin parçalarına kadar, çok sayıda elektronik aygıtın boyutları kolayca küçültülebilmektedir.

MİKROMETRE

Mikrometre, mühendislik alanında, yuvarlak cisimlerin çaplarını, düz cisimlerin de kalınlıklarını ortaya çıkarmada kullanılan bir ölçme aygıtıdır. Bir somun içinde hareket eden bir dişli *mil*den (ya da vida) oluşur. Dişler, büyük bir duyarlıkla açılmıştır. Milin dönmesi sonucu, uç bölüm ileri-geri hareket ederek, *karşı çene*ye (örs) yaklaşıp uzaklaşır.

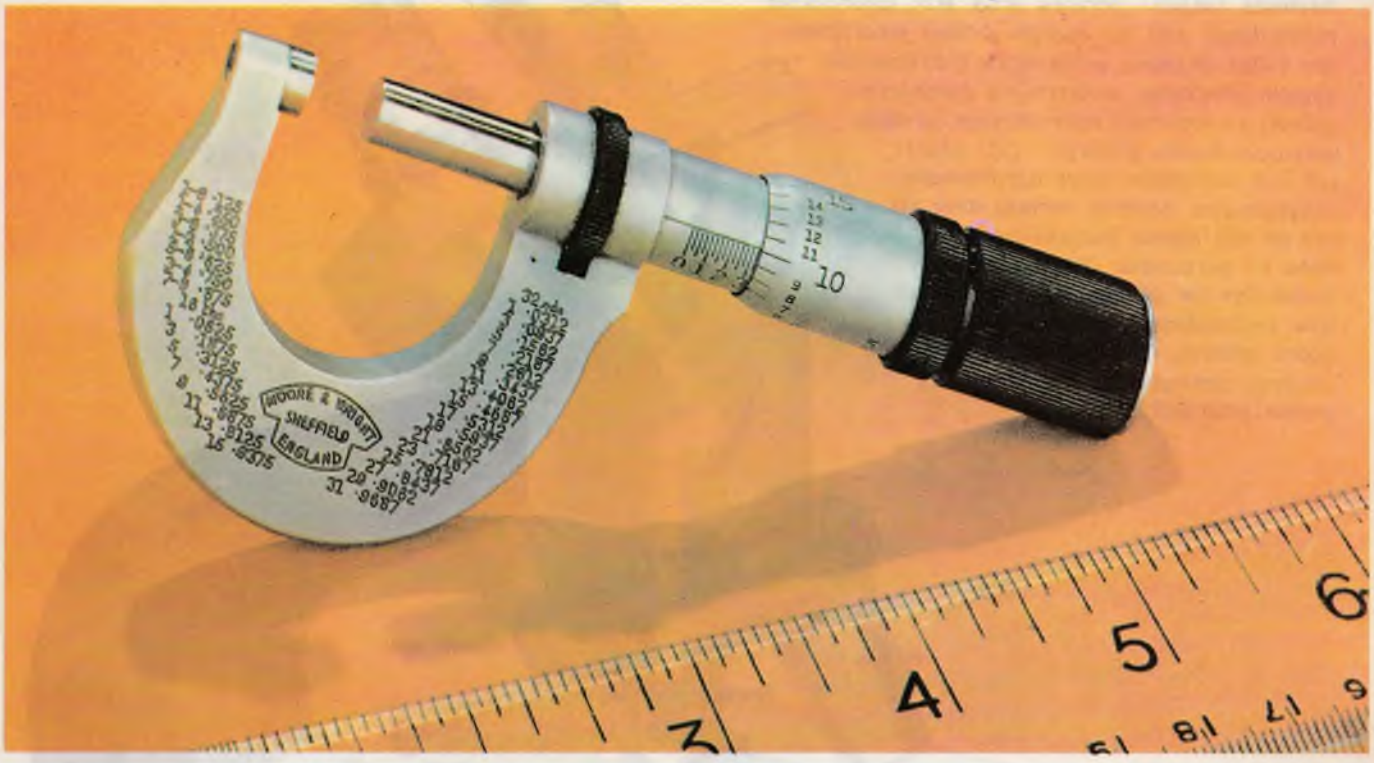
Dişler, mil üstüne, ELMAS gibi sert profilli bir taşla taşlanarak açılır. Duyarlılığı çok sıkı biçimde denetlenen dişlerin ve hatvenin toleransı, 1,20 mikron düzeyinde tutulmalıdır. Mikrometre milinin alnı ile karşı çenenin alnı birbirine paralel taşlanır, sonra da leplenir (parlatılır). Leplemenin toleransı, *üç ışıkbandı*na (ışıkbandı, ışıkla çok küçük mesafelerin ölçülmesini sağlayan girişim ölçümünde kullanılan bir ölçme birimidir. Bir ışıkbandı, sarı renkli olan sodyum dalgayobudur ve 0,25 mikron kadardır) kadar, yüzey düzgünlüğüyse bir ışıkbandına kadar hassastır.

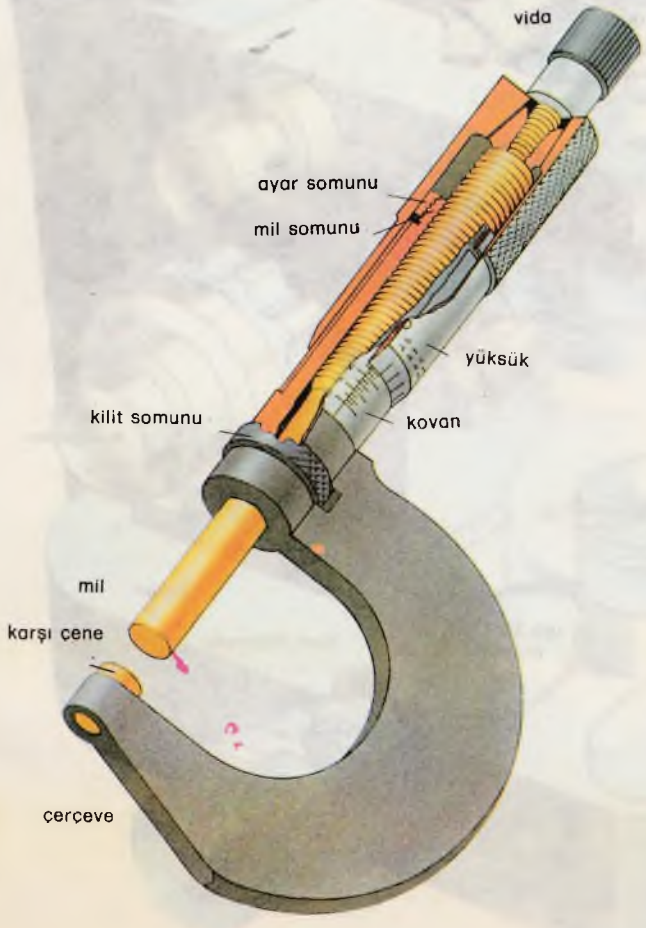
Bir dizel motorunun piston çapının ölçülmesi. (üstte) Bu mikrometreyle 75-100 mm arası ölçüm yapılabilmektedir.

Milimetreleri ölçen bir mikrometre mili üstüne açılan dişlerin hatvesi, 0,5 mm'dir. Mikrometre mili, hareketsiz bir somun içinde döner. Somunun dış yüzü, bir kovan biçimindedir. Mikrometre milinin en dışta kalan silindirine «*yüksük*» adı verilir. Yüksüğün bir dönümünde, mil, yarım milimetrelik bir ilerleme ya da gerileme gösterir. Somun kovanı üstündeki yatay çizgi, 25 dereceye bölünmüştür. Derecelerin arası bir mm açıklığındadır; ayrıca, yarım milimetreyi gösteren çizgilerle ortadan ikiye ayrılmışlardır. Yüksük üstündeyse, 50 derece vardır. Bunların her biri 0,5 mm'nin ellide birini, yani 0,001 mm'yi gösterir.

Mikrometreler çeşitli boylarda yapılır. En çok kullanılan mikrometreler, 0-25 mm arası kalınlıkları ölçerler. Çok kullanılan başka bir mikrometre de, 25 - 50 mm arası kalınlıkları ölçer. Değişik büyüklükleri ölçebilen mikrometrelerin tümünde, mikrometre mili, yüksük ve öteki parçalar birbirine benzer; yalnızca aletin toplam boyu değişir. Mikrometre kullanılırken, yüksüğün hiç bir zaman bir vida gibi sonuna kadar sıkıştırılmaması gerekir. Aşırı sıkma, dişlerde yalamaya neden olacağından, yanlış ölçme verir. Ölçülecek cisim, mil yüzeyi ile karşı çene arasında yumuşak biçimde tutulmalıdır; yani ne aşırı sıkılmalı, ne de düşecek kadar gevşek bırakılmalıdır.

Mikrometrenin sık sık kalibre edilmesi gerekmez.





Sıfır - bir inç arası okuma yapan, inç sistemli bir mikrometre. (üstte) Resimde okunan açıklık, 0,335 inç düzeyindedir. Ayrıca, deliklerin çapını ölçebilmek için, içe geçen delik mikrometreleri de vardır. Bunlar, yüksük mekanizmasından ve uzunlukları değiştirilebilen çubuklardan oluşur. Mikrometre (solda) en çok kullanılan ölçme aygıtlarından biridir. Dayanıklı tüketim malları üretiminde, nitelik denetleme işlemleri sırasında sık sık mikrometreden yararlanılır.

Ama, hep aynı kalınlıklar ölçüldüğünde, mil somununda bir gevşeme ya da boşluk ortaya çıkabilir. Bunu gidermek için, mil, bütünüyle çıkarılır ve somun hafifçe sıkıştırılır. Kovan ayarı yapmak için, mil ile karşı çene birbirine değdirilir ve küçük bir anahtar (genellikle mikrometreyle birlikte satılır) yardımıyla kovan, yüksük üstündeki sıfır çizgisiyle çakışana kadar döndürülür.

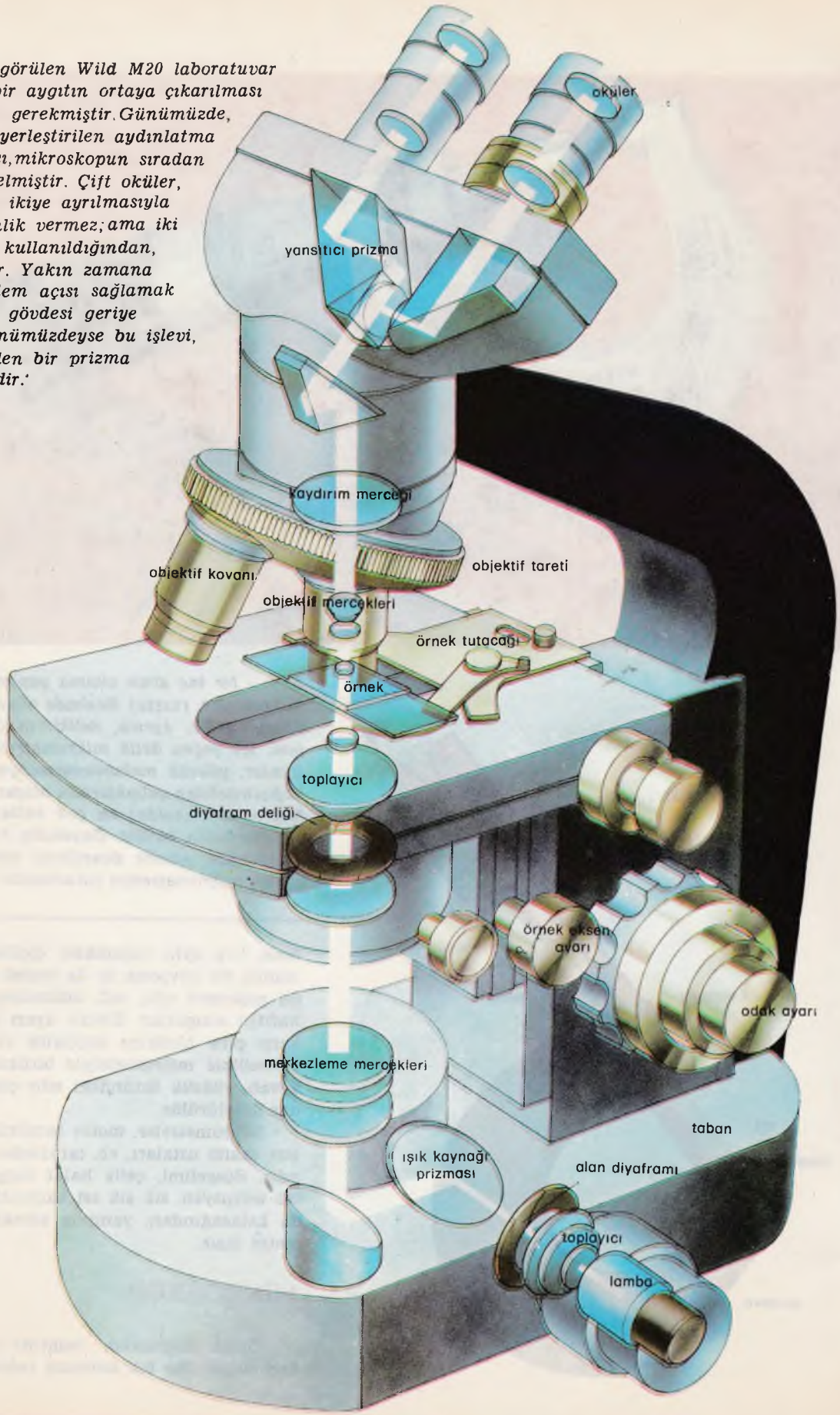
Mikrometreler, motor tamircileri, aygıt teknisyenleri, takım ustaları, vb. tarafından geniş ölçüde kullanılır. Sözgelimi, çelik halat yapan fabrikada görevli bir teknisyen, sık sık tel kalınlıklarını ölçmek zorunda kalacağından, yanında sürekli olarak bir mikrometre taşır.

MİKROSKOP

Optik mikroskop, temelde iki mercek sisteminden oluşur. Bir tek sistemin *(objektif)* verdiği görün-

MİKROSKOP

Resimde (sağda) görülen Wild M20 laboratuvar mikroskopu gibi bir aygıtın ortaya çıkarılması için yıllar geçmesi gerekmiştir. Günümüzde, aygıtın gövdesine yerleştirilen aydınlatma sistemi ve toplayıcı, mikroskopun sıradan parçaları haline gelmiştir. Çift oküler, tek ışık demetinin ikiye ayrılmasıyla çalıştığından derinlik vermez; ama iki göz de eşit olarak kullanıldığından, daha az yorucudur. Yakın zamana kadar, iyi bir gözlem açısı sağlamak için, mikroskopun gövdesi geriye doğru eğilirdi. Günümüzdeyse bu işlevi, gövdeye yerleştirilen bir prizma yerine getirmektedir.

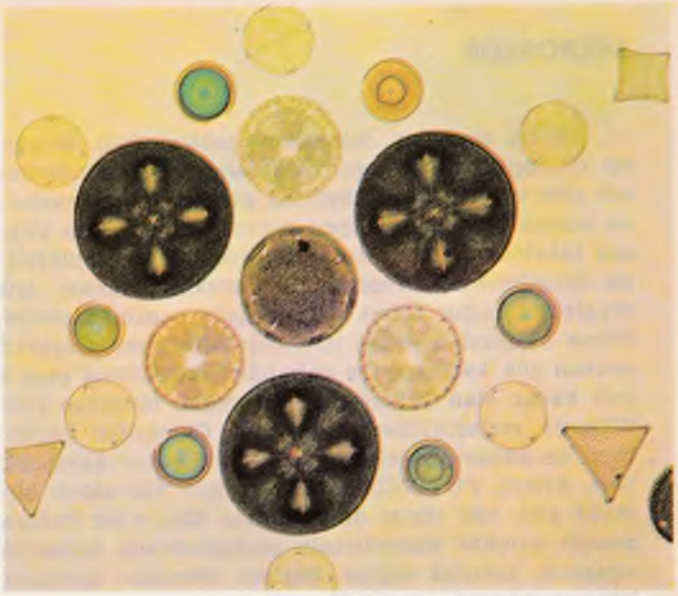


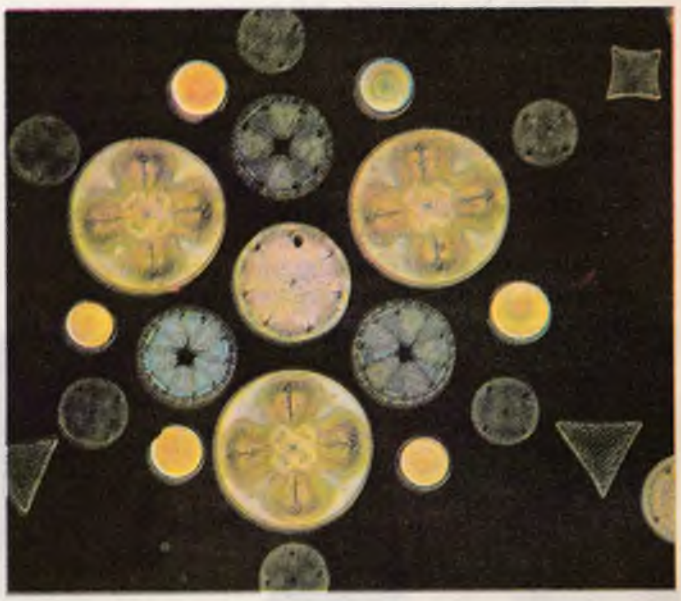
tü, ikinci bir sistemle *(oküler)* daha da büyütülür. Böylece, bir büyüteçle elde edilebilenden çok daha yüksek bir büyütme gücü sağlanır. Mikroskop, bilim ve teknolojide geniş kullanım alanı bulur.

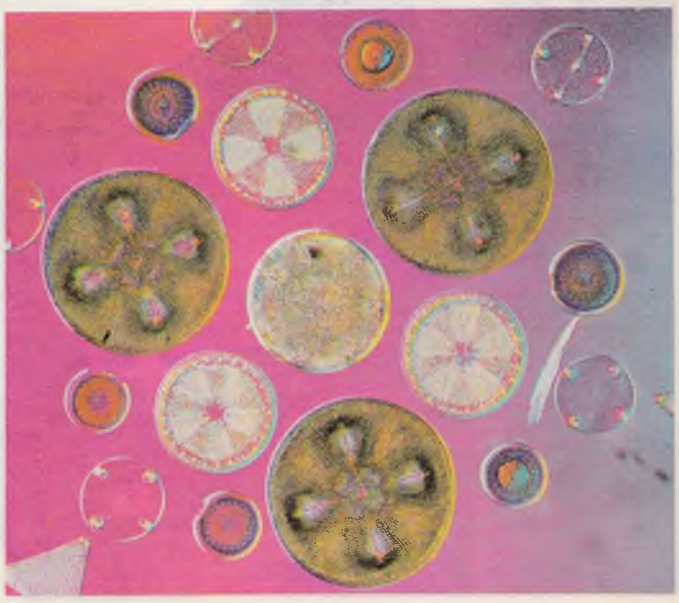
Birleşik mikroskop, Hans ve Zacharias Janssen tarafından 1600 yıllarında, Hollanda'da bulundu. XVIII. yüzyılda mikroskop, bir oyuncak olmaktan öteye geçemedi. Ama 1830'lardan sonra mikroskop objektifleri, yalın bir mercek yerine, nitelikli *renksemez* ve *sapmasız* sistemlerden yapılmaya başlandı (böylece görüntü çevresinde oluşan renkli halkalar ve bazı optik kusurlar giderildi). Daha sonraki 50 yıl içinde pek çok araştırmacı, aygıtın geliştirilmesine katkıda bulundu. 1880'de Ernst Abbe, 30 - 2 000 kez büyütme sağlayacak mikroskopun kuramsal yapısını ortaya koymayı başardı.

Söz konusu büyütme sınırı, ışığın bir ELEKTROMAGNETİK IŞINIM biçimi olmasının getirdiği özelliklerden ötürü, aşılamaz. Işık, bir DALGA HAREKETİ olduğundan, çok küçük cisimler çevresinde hiç etkilenmeden bükülebilir. Bu durum, çok küçük cisimlerin görülmesini engeller. Bu yüzden, 2 000'den daha fazla büyütme sağlayan mikroskopların yapılabilmesine karşılık, ışığın yapısından ötürü, ayrıntılı bir görüntü elde etmek olanaksızdır. Elektron dalgalarının dalgaboyları, ışığınkine oranla çok daha kısa olduğundan, 2 500 angströmden (ya da 0,000025 cm) küçük cisimleri büyütmede, ELEKTRON MİKROSKOPU kullanılır.

Aydınlatma: Mikroskopla inceleme için gerekli aydınlatma, iki yoldan sağlanabilir: Nesnenin içinden doğrudan ışık geçirilir; nesneden yansıyan ışık mikroskopa gönderilir. Nesne içinden geçen ışığın kullanılması, daha yaygın bir yöntemdir. Çalışmaların çoğunda ışık kaynağı olarak bir tür ampul kullanılır. Gün ışığı, gerek nitelik, gerekse şiddet açısından, her zaman güvenilir değildir. Bazı aygıtlarda ışık kaynağı mikroskopun tabanına yerleştirilerek, kullanım kolaylığı sağlanır. Ayrı bir lamba kullanılacaksa, ışığın bir aynadan yansıtılarak, nesnenin içinden geçirilmesi gerekir. Gelişmiş mikroskoplarda, lambanın yapısı biraz karmaşıktır. Genellikle düşük gerilimle çalışan bu lambalar, ampulün flamanından çıkan ışık şiddetini denetleyen bir irisle ve bir toplayıcıyla donatılmıştır. İstenen dalgaboylarında aydınlatma veren değişik tür lambalar da vardır.







Üç farklı aydınlatma yöntemi kullanılarak mikroskopla çekilmiş birhücreli kesitlerinin fotoğrafları. (sağda) Üstte: Örnekten normal ışık geçirilmiştir. Ortada: Yalnızca nesne ışınlarının geçebildiği, karanlık taban aydınlatması kullanılmıştır. Altta: Işığın önemli bir bölümünün kesildiği, polarılmış aydınlatmadan yararlanılmıştır. Her yöntem, nesnenin başka bir özelliğini ortaya çıkarmaktadır.

En iyi sonuçlar, mikroskop tablasındaki örneğe, bir alt toplayıcıdan geçen odaklanmış ışık gönderilerek elde edilir. Düşük büyütme gerektiren çalışmalarda bunun büyük bir önemi yoktur. Büyütmenin yüksek tutulduğu durumlardaysa, ışık şiddeti, toplayıcısız denetlenemez. Toplayıcıyla birlikte bulunan iris diyaframı, ışığın nesne üstüne geliş açısını denetler. Nesne kesitinden geçen ışık, objektife girer. Objektif sistemi çok karmaşık ve pahalıdır. Bazılarının çapı 1 mm kadar olan yaklaşık 14 merceğin, birbirine göre dikkatle yerleştirilmesiyle yapılır. Objektifin büyütmesi ne kadar yüksekse, yapısı da o kadar karmaşık olur. Ayrıca, FOTOMİKROGRAFİ için *düz alanlı* objektif gibi, özel türler de kullanılır. Döner bir kafaya değişik objektif sistemlerinin yerleştirilmesi, kullanım sırasında kolaylık sağlar. Böylece nesnenin karşısına istenen objektif getirilebilir.

Modern bir araştırma mikroskopunun objektif büyütmesi 3, 6, 10, 20, 40 ve 100 düzeyindedir. En yüksek büyütmeli objektifler *yağ daldırmalı* türdendir. Bunlarda, lam ile objektif ön merceği arasında bir yağ damlacığı bulunur. Mikroskop gövde silindirinin üst kesiminde oküler yeralır. Okülerin büyütme gücü çeşitli değerlerde olabilir (genellikle 6, 10 ve 15 kez). Mikroskopun toplam büyütmesi, objektif büyütmesi ile oküler büyütmesinin çarpımıyla elde edilir.

Mikroskopun yapımında, ışık kaynağından okülere kadar bütün bileşenlerin düzgün bir konum içinde bulunmasına özen gösterilir. Çağdaş mikroskoplarda bu konumlar, en iyi sonucu verecek biçimde düzenlenmiştir.

Metal yüzeylerinin incelenmesinde kullanılan yansıtmalı mikroskop (metal mikroskopu) için de aynı kural geçerlidir. Ancak, yansıtma sırasında ışığın büyük bir bölümü yiteceğinden, metal mikroskopunda daha şiddetli bir ışık kaynağına gereksinim vardır. Çok yüksek büyütmeler isteniyorsa, mikroskopa bazı özel parçaların takılması gerekir.

Öteki yöntemler: Daha önce belirtilen iki aydınlatma yöntemi dışında, XX. yüzyılda üç yeni teknik daha geliştirilmiştir. Bunlardan «*faz kontrastı*» adı verilen aydınlatma yönteminde, normal aydınlatmayla görülemeyen nesnelerin net bir görüntüsü elde edilebilir. Bu yöntem, özellikle canlı hücrelerin incelenmesi açısından çok büyük önem taşır. 1930'larda Zernicke tarafından bulunan sistemde, toplayıcıdan geçen ışığın hızı, objektiften geçen ışığınkinden daha yavaş tutulur. Böylece, toplayıcıdan geçen ışık, faz dışına çıkarılmış olur. Sonuçta, yansıtma gücünde oluşan farklılıklar, ışık ve gölge farklılıkları biçiminde belirir.

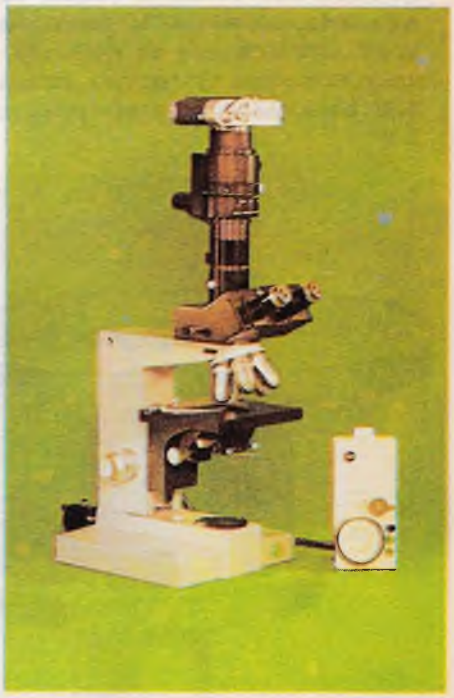
Bu Nikon mikroskopuna, bir gölge düşürücü yerleştirilmiştir. (altta) Böylece, teknisyenin mikroskopta gözledikleri ekranda da izlenebilmektedir.

Girişim mikroskopu, faz kontrastı mikroskopunun yararları anlaşıldıktan sonra geliştirilmiştir. Işık demetlerinin birbiriyle yaptığı girişimden yararlanır. Işık demeti iki parçaya ayrılır. Bunlardan biri, cisimden geçip ötekiyle birleşir. Cismin ışığı yutma özelliğindeki farklılıklar, bu ışıkta değişik renkler olarak kendini gösterir. Yöntemin bir üstünlüğü, cisimlerin kalınlıklarının ve öteki boyutlarının duyarlı biçimde ölçülmesine olanak sağlamasıdır.

Flüoresan mikroskoplar, özel alanlarda kullanılan aygıtlardır; özel boyama teknikleri gerektirirler. Boyanmış nesneden değişik renkte ışıkların salınmasını sağlamak için, aydınlatıcı olarak mavi ve morötesi ışık kaynağı kullanılır. Engelleyici filtreler, nesneden yansıyan aydınlatma ışığını soğurup, boyama sonucu ortaya çıkan renkli ışıkların geçmesine izin verir. Canlı dokuların kimyasını inceleyen bilim dalında, bu mikroskopun önemi çok büyüktür.

Nesnenin yerleştirilmesi: Çağdaş mikroskopların kullanımı genellikle kolaydır. XIX. yüzyılda gerekli görülen birçok parça bunlarda yeralmaz. Buna karşılık, incelenecek örneğin hazırlanması çok önemlidir. Birçok nesne, doğrudan gözlenemeyecek kadar büyüktür; bu yüzden, ışık geçirebilecek kalınlığa kadar inceltilmesi, yani dilimlenmesi gerekir (Bk. MİKROTOM). Ardından, yapının ayrıntılarını ortaya koymak için, nesne değişik renklere boyanır. Sonra, üstü, koruyucu bir yapıştırıcıyla kaplanmış bir lam üstüne yerleştirilir. Lamın boyutları 2 × 6 cm kadardır.

Eski tekniklere göre hazırlanmış bazı preparatlar için başka tür aydınlatmalar kullanılır. 1800 yıllarından bu yana başarıyla uygulanan bu aydınlatma teknikleri arasında en yaygın olanlar, *karanlık taban aydınlatması* ve *polarılmış aydınlatma*dır. Karanlık taban aydınlatma yönteminde, toplayıcıdan gelen ışınlar, bir disk yardımıyla kesilir. Böylece, yalnızca nesneden gelen yansımış ışınlar objektife girer. Bunun sonucu olarak, nesne, karanlık bir taban üstünde parlak biçimde belirir. Bu yöntem, özellikle küçük canlıların incelenmesinde yararlıdır. Polarılmış ışık tekniğiyle aydınlatmada, polarıcı filtreler kullanılır. Bunlardan biri örneğin altına, öteki de üstüne yerleştirilir. Işığın dalga yapısına bağlı olarak çalışan filtreler, her doğrultuda titreşme özelliği gösteren ışığı, yalnızca belirli doğrultularda titreşecek biçime sokarlar. Birbirine dik yönde iki filtre yerleştirildiğinde, hiç bir ışık doğrudan objektife giremez. Ama incelenen nesne billur yapıdaysa, bu billurlar, bazı ışık dalgalarını ikinci filtreden geçebilecek biçimde değiştirir. Sonuçta, değişik parlaklıkta renkler oluşur.



35 mm'lik kamera takılmış, Alman yapımı bir Dialux mikroskopu. (üstte) Ayna yardımıyla, nesne, fotoğrafı çekilirken gözlenebilir. Kullanılan ışık şiddeti ayarlanabilir.

Döner kafaya takılmış objektif sistemi. (solda)

MİKROSKOP (ELEKTRON) Bk. ELEKTRON MİKROSKOPU

MİKROTOM

Mikrotom, MİKROSKOP'ta incelenecek örneklerden, çok ince *kesit*ler almak için kullanılan bir aygıttır. ELEKTRON MİKROSKOPU için daha da ince kesitler gerektiğinden, «*ültramikrotom*» adlı daha da ileri bir türü geliştirilmiştir.

Optik mikroskopta örnekler, ancak ince kesitler halinde incelenebilir. Tıp ve biyoloji araştırmalarında, örneklerden 1-50 mikron arasında kesitler almak gerekmekte, genellikle de 4-5 mikron kalınlığında kesitler kullanılmaktadır (1 mikron, milimetrenin binde biridir). Örnekler, formalin (formaldehit çözeltisi) gibi çözeltilerde saklanır, kurutulur ve balmumuna gömülür. Balmumu kütlesi, eskiden «kesme makinası» diye adlandırılan mikrotoma tutturulur ve özel olarak yapılmış çok keskin bir çelik bıçakla kesilir.

Mikrotom türleri: Başlıca üç tür mikrotom vardır: Salınmalı; döner; kayar.

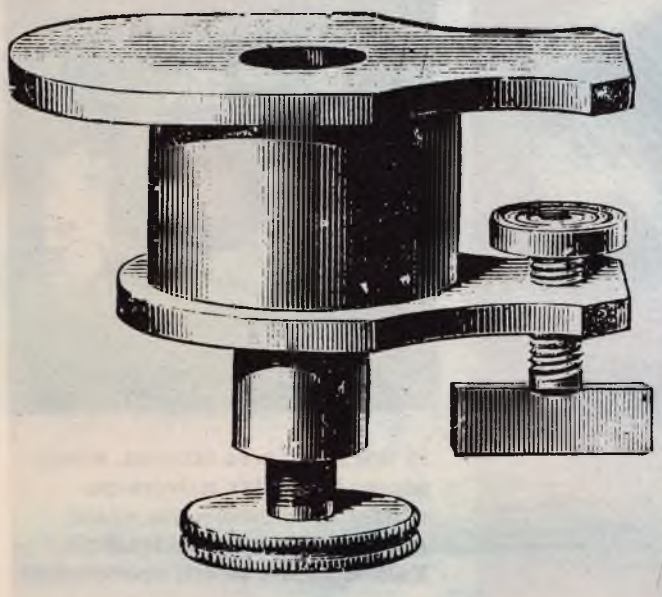
Salınmalı türde, bıçak, ağzı yukarı bakacak biçimde, yatay durumda takılır. Dönen bir kolun ucuna tutturulan balmumu kütlesi, bıçağın ağzında yay biçiminde salındırılır. Kütlenin aşağı doğru inişinde bıçak, örnekten ince bir kesit alır. Balmumu kütlesi, kesit kalınlığını ayarlamaya yarayan, MİKROMETRE dişli bir kastanyola mekanizmasıyla bıçağa yaklaştırılır.

Döner mikrotomda örnek, geniş bir el çarkı yardımıyla, düşey düzlemde aşağı-yukarı hareket eder ve çarkın her dönüşünde bir kesit alınır. Bu türde hem daha büyük ve daha sert örneklerden kesit alınabilir, hem de çark, bir motora bağlanabilir.

Kayar mikrotom en ağır türdür. İnsan beyninden ya da akciğerinden, küçük ya da geniş kesitler alınmasında kullanılır. Bazı kayar mikrotomlarda, örnek kütlesini yatay olarak kesen hareketli bir bıçak vardır. Bu tür, özellikle selüloz nitrata gömülmüş örneklerde kullanılır. Sık raslanan, taşınabilir taban kızaklı türdeyse, örnek, hareketli bir tabla ya da kızağa oturtulur; bıçak hareketsizdir. Bu aletle mikrometre, her kesitten sonra elle ya da tetik mekanizmasıyla ayarlanır.

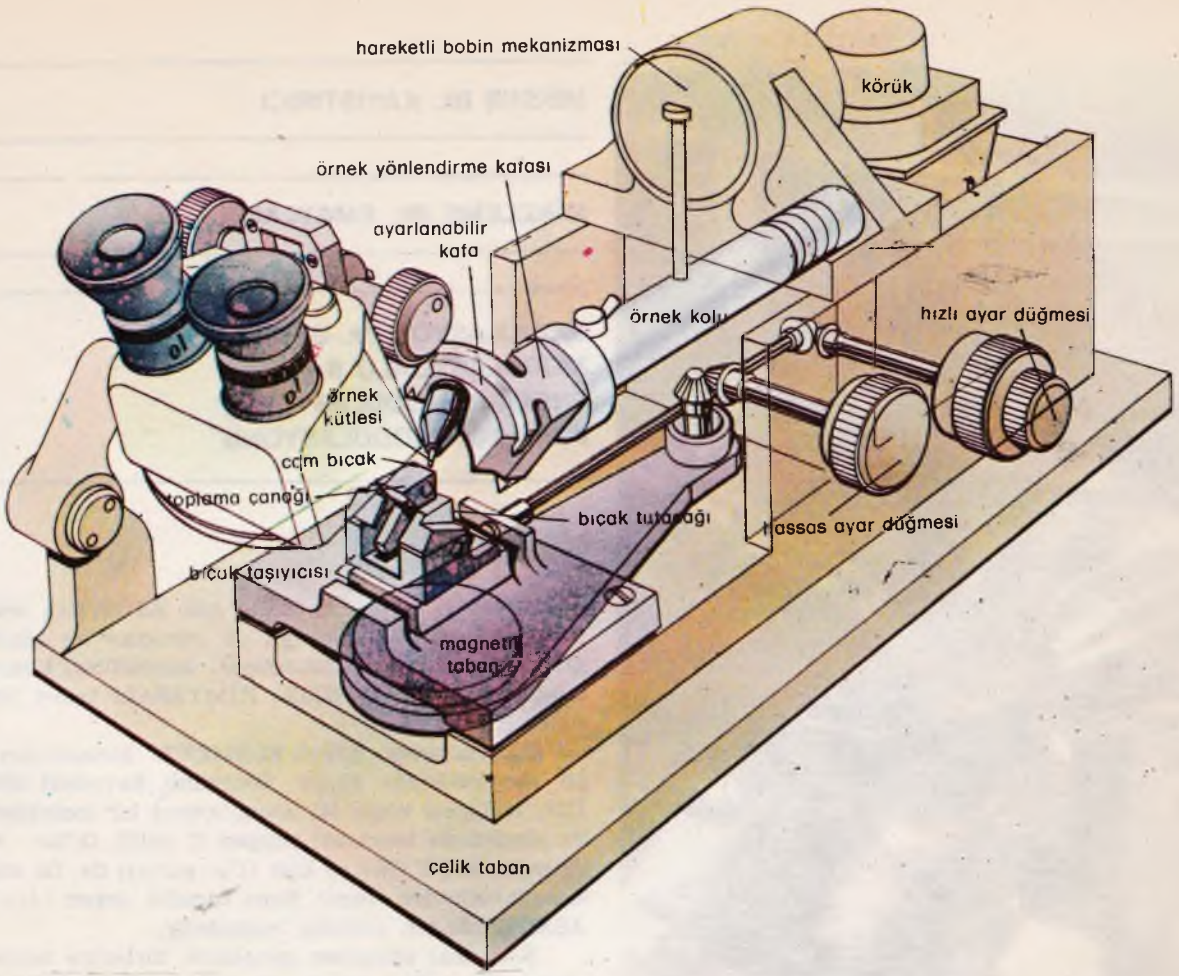
Ültramikrotom: Büyütme gücü ışık mikroskopundan fazla olan elektron mikroskopu için, daha da ince kesitler gerekir. Bunun için 0,5 - 1 mm³'lük küçük biyoloji örnekleri, metakrilat («perspeks» ya da «pleksiglas»), epoksi ya da polyester gibi çok sert sentetik reçinelere gömülür. Bu tür sert kütlelerden çok ince kesitler alabilen mikrotomlar (ültramikrotomlar), 1950'den bu yana hızla geliştirilmiş ve kalınlığın ayarlanması olanağı sağlanmıştır. Ültramikrotomların çoğu, 5 - 150 nm arasında kesitler verebilir (bir nm, metrenin milyarda biridir). Biyoloji örneklerinde 20 - 100 nm arasında kesitler kullanılır.

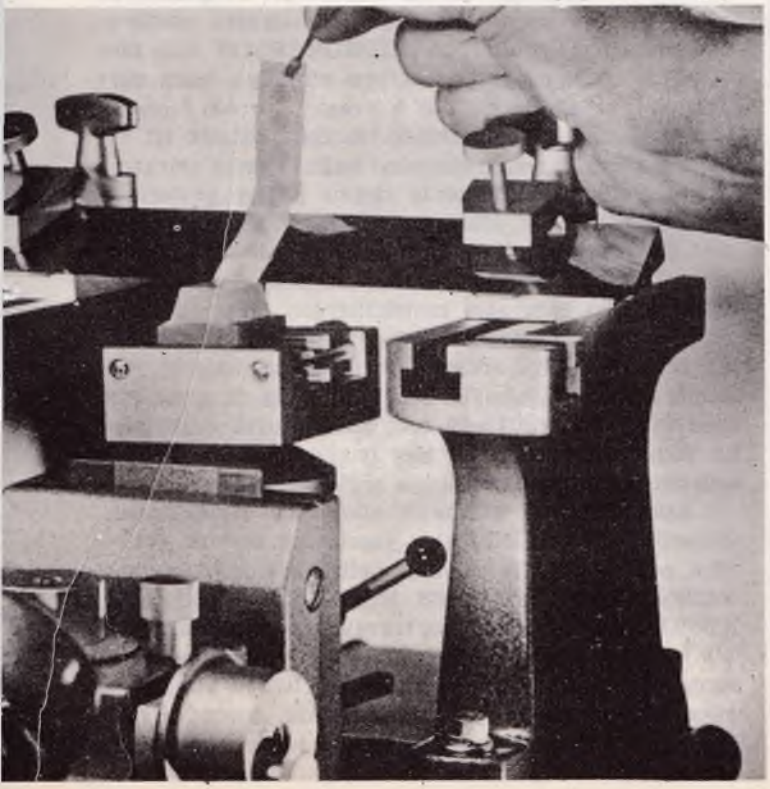
Sentetik reçineye gömülü örnek, bıçağın önünde dikey olarak hareket eden metal bir kola ya da boruya tutturulur. Bıçak, düzgün bir biçimde kırılarak, çelik bıçaktan çok daha keskin hale getirilmiş 6 mm uzunluğunda ince bir cam parçasından oluşur. Çok



İlk mikrotomların başlıca işlevi, örnekleri hareketsiz tutmaktı. (solda) Örnek, merkezdeki deliğe yerleştirilir, keskin bir bıçakla ince kesitler alınırdı.

Bir kayar mikrotom. (sağda) Genellikle balmumuna gömülen örnek, hareketsiz bıçağın altında, kayan bir tablaya oturtulur. Her kesitin ardından çalıştırılan bir mikrometre mekanizması da vardır. İnce kesitler, bi kağıt şeritte toplanır.





Ültramikrotom başlıca üç bölümden oluşur: Optik sistem; kesme birimi; elektronik denetim. (üstte) Örnek, bir plastiğe takılıp, örnek tutucuya sokulur. Örnek tutucu, elektrodinamik olarak hareket ederek, örneği bıçağın önünden geçirir. Kesilen parçalar, çanaktaki sıvı içinde toplanır. Mikroskop, bıçak açısının ayarlanmasında kullanılır.

daha dayanıklı olan, 1,5 mm uzunluğunda pahalı elmas bıçaklar da kullanılmaktadır. Çoğu kez gözle görülmeyecek kadar küçük olan kesitler, bıçağa bitişik bir çanaktaki suya düşerler. Kesitler (0,01 mm ya da daha küçük), bir stereo-mikroskopla küçük metal ızgaralar üstünde toplanarak, elektron mikroskopuna verilir.

Besleme mekanizmalarının duyarlılığı, ya mikrometre burgusunun bir zemberek sistemiyle 250 kez küçültülen mekanik hareketiyle ya da örneği taşıyan çubuk ve borunun elektrikle denetlenen termal genleşmesiyle sağlanır. Genleşme hızı (dolayısıyla kesit kalınlığı), yalnızca verilen akıma değil, kesme hızına da bağlıdır.

Örnek kütlesinin, geri dönüşte bıçağı körletmemesi için, her kesimin ardından kütle, açıktan geri alınır. Daha az uygulanan bir yöntemde, bıçak 25 mik-

Elektron mikroskopu için daha ince kesitler gerekir. Bunlar ültramikrotomla alınır. (üstte) Örnek, çok sert bir reçineye gömülür. Bir metal kola tutturulan reçine kütlesi, dikey olarak bıçağın önünden geçer. Kesit örnekleri, toplayıcı bir mekanizmayla çanaktan alınır.

ron geri çekilir. Bu da, aygıtın tabanına yerleştirilen ve her kesitin ardından örnek yukarı çıkana kadar çalıştırılan bir elektromıknatısla sağlanır. Ültramikrotomların çoğu otomatik olarak çalışır.

Dondurma düzenekli mikrotom: Doku ve hücrelerin kimyasal ayıraç ve reçinelerden zarar görmesini önlemek için, hem mikrotomların, hem de ültramikrotomların, donmuş örneklerden kesit alınmasını sağlayan parçaları bulunur. Bu iş için özel olarak yapılmış kriostatlı mikrotomlar da vardır. —20°C'a ayarlı donma kabini olan kriostatlı mikrotomla, ameliyat sırasında hastalardan alınan örneklerden hemen donmuş kesitler elde edilmekte ve birkaç dakika içinde teşhis konulabilmektedir.

MİKSER Bk. KARIŞTIRICI

MİNELEME Bk. EMAYLAMA

MODÜLASYON Bk. GENLİK MODÜLASYONLU RADYO; FREKANS MODÜLASYONU; VURU KOD MODÜLASYONU

MOLEKÜL

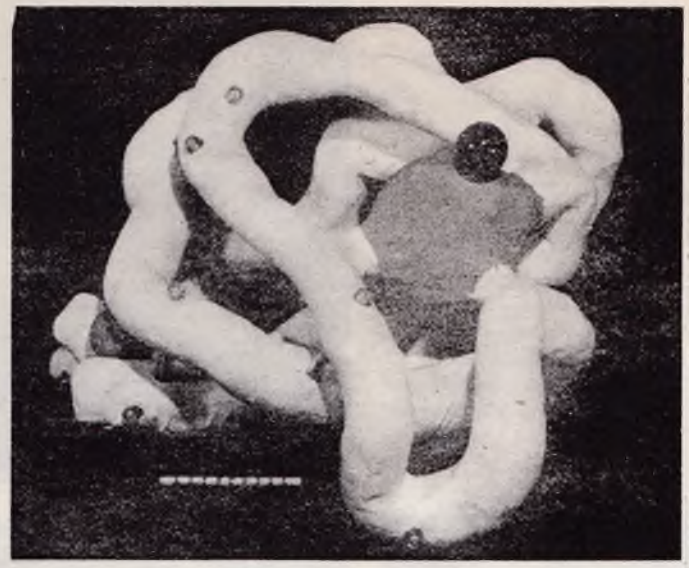
Molekül, iki ya da daha çok ATOM'dan oluşur. Birbirinin benzeri olan ya da olmayan bu atomlar, kimyasal bağlarla bağlanmıştır. Moleküller, kimyasal bileşiklerin (Bk. BİLEŞİK, KİMYASAL) temel öğeleridir.

Gaz halindeki birçok ELEMENT, atomlardan değil, moleküllerden oluşur. Sözgelimi, havadaki OKSİJEN, birbirine bağlı iki atom içeren bir moleküldür; bu yüzden de kimyasal simgesi *O* değil, O_2'dir. Aynı biçimde, AZOT (N_2) ve klor (Cl_2) gazları da, iki atomlu moleküllerden oluşur. Buna karşılık, argon *(Ar)* gibi ASAL GAZLAR, atomlar halindedir.

Kimyasal bileşikler, genellikle, birbirine benzeyen moleküller topluluğu olarak düşünülür. Sözgelimi, su (H_2O), bir oksijen ve ona bağlı iki hidrojen atomundan oluşan moleküller, bir HİDROKARBON olan metan (CH_4) da, ortadaki karbon atomuna bağlı dört hidrojen atomu içerir. Bu kavram, birçok bileşiğin (özellikle organik bileşiklerin) incelenmesinde iyi bir yol olmasına karşılık, kimyasal bağın iyonik (elektrovalent) olduğu bileşiklerde doğru yapıyı göstermez. Sözgelimi, sodyum klorürün kimyasal simgesi *NaCl*'dir; çünkü, sodyum ve klor iyonları 1:1 oranındadır. Ama *NaCl*, tek sodyum iyonunun, tek klor iyonuna bağlı olduğu ayrı ayrı moleküllerden oluşmaz. Sodyum ve klor iyonları, bir billur kafesi içinde yeralırlar. Bu kafeste, her sodyum iyonu eşit aralıklarla yerleşmiş altı klor iyonuyla, her klor iyonu da gene eşit aralıklarla yerleşmiş altı sodyum iyonuyla çevrilmiştir. Billur kafesindeki bir klor iyonunun, herhangi bir sodyum iyonuna «ait olduğu» söylenemez.

Aşırı derecede karmaşık olan bazı moleküllerin (sözgelimi PROTEİNLER) yapılarına açıklık getirmek çok zordur. Bu yapıları belirlemek için, kızılaltı TAYFÖLÇÜMÜ; NÜKLEER MAGNETİK REZONANS; KÜTLE TAYFÖLÇÜMÜ gibi teknikler kullanılmaktadır.

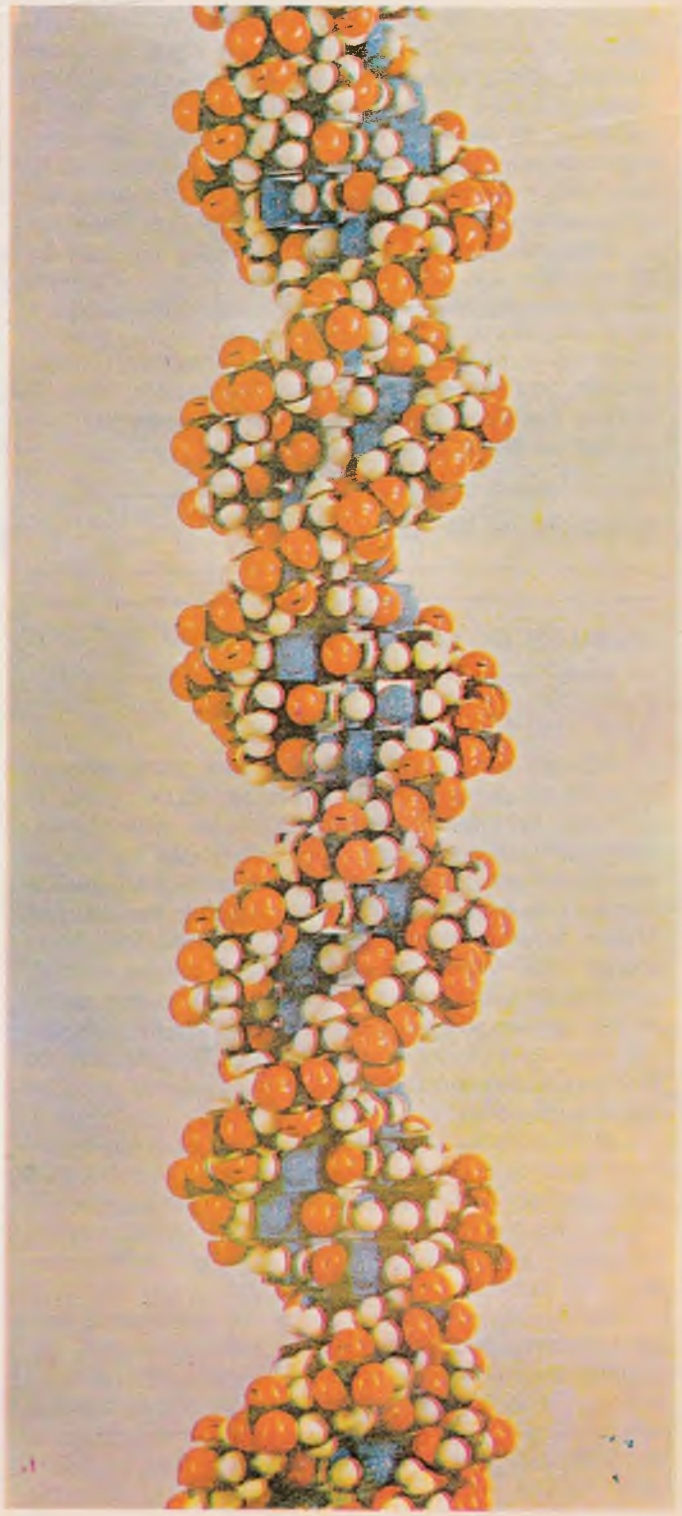
Molekül ağırlığı: Bir elementin *atom ağırlığı*, o elementin atomlarından birinin, ağırlığı 12 olarak seçilen karbon atomuna göre ağırlığıdır. Bileşiğin *molekül ağırlığı*ysa, bir tek molekülü oluşturan atomların ağırlığının toplamıdır ve bileşiğin molekül formü-



Miyoglobin molekülünün biçimini gösteren bir model. (üstte) Miyoglobin, kas liflerinde bulunan, oksijen taşıyıcı bir bileşiktir. Bir bölümü demirli, bir bölümü de proteinlidir (beyaz).

Bir nükleik asit molekülü çizimi. (altta) İki sarmal, nükleotit birimlerinin zincirlerini simgelemektedir. Bu birimlerin her biri şu dört bazdan birini taşır: Adenin (A); timin (T); sitozin (C); guanin (G). Bu iki zincir, timin ile adenin ve sitozin ile guanin arasındaki bağlarla bir arada durur.

Bir dezoksiribonükleik asit (DNA) molekülü. (altta) Bu molekül, birbirlerine paralel iki sarmal içerir. Sarmallar, fosfat gruplarıyla bağlı nükleosit birimleri zincirlerinden oluşur. Molekül ağırlığı, DNA'nın kaynağına bağlıdır, ama genellikle 10 milyonu aşar.



lünden kolayca hesaplanabilir. Sözgelimi, benzenin (C_6H_6) molekül ağırlığı 78'dir (hidrojenin atom ağırlığı 1'dir); suyun (H_2O) molekül ağırlığı 18'dir (oksijenin atom ağırlığı 16'dır); vb. Ayrıca, bilinmeyen bir bileşiğin molekül ağırlığı, bileşiğin atom yapısının tahmin edilebilmesini sağlar.

İtalyan kimyacı Amedeo AVOGADRO, 1811 yılında, eşit hacimdeki gazların standart sıcaklık ve basınçta (0°C ve 760 mm Hg), eşit sayıda molekül içerdiğini bulmuştur. Bir gaz bileşiğinin gram cinsinden molekül ağırlığının (sözgelimi 16 gram metan, CH_4), standart basınç ve sıcaklıkta 22,4 litrelik bir hacim kapladığı da deneysel olarak saptanmıştır. Bir gazın yoğunluğunun uygun koşullar altında saptanıp, standart basınç ve sıcaklıkta 22,4 litresinin ağırlığının bulunmasıyla, o bileşiğin molekül ağırlığı hesaplanabilir.

Molekül ağırlığını saptamanın başka bir yolu da, bir bileşiğin sıvı içinde erimesiyle, sıvının kaynama noktasının yükselip, erime noktasının düşmesi ilkesine dayanmaktadır. Kaynama noktasındaki yükselme ya da erime noktasındaki düşüş ile maddenin molekül ağırlığı ters orantılıdır. Başka bir deyişle, molekül ağırlığı düştükçe, kaynama noktası yükselmekte, erime noktası düşmektedir.

MOMENTUM Bk. DİNAMİK

MONOTİP Bk. LİNOTİP VE MONOTİP

MONTAJ HATTI

Montaj hattı, modern seri üretim yöntemlerinin temelini oluşturur. Büyük miktarda malın, daha az maliyetle üretilmesini sağlar. Sözgelimi, otomobil endüstrisinde, ilk kez Henry Ford tarafından kullanılan seri üretim teknikleri, otomobil kullanımını yaygınlaştırmış ve önemli bir endüstri yaratmıştır. En eski seri üretim örneklerinden biri, XVI. yüzyılda Venedik'te ortaya çıktı. Venedik'te, 100 gemiden oluşan bir filo, önceden üretilmiş parçalar halinde saklanıyor ve istendiği zaman monte ediliyordu. Ama gerçek anlamda seri üretim, XIX. yy'da geliştirildi. XIX. yüzyılda Eli Whitney ve Samuel Colt, silah üretiminde bu yöntemden yararlandılar.

Montaj hattı, hızlı üretim yapılan yerlerde kullanılır. Otomobil, çamaşır makinası, fırın ve televizyon gibi dayanıklı tüketim malları üreten fabrikaların tümünde, montaj hattı bulunur. Fabrikalardaki montaj hatlarının sayısı, üretilen çeşit sayısına ve üretimin hacmine bağlıdır.

Montaj hattının işlevi, bir malın parçalarını, daha önceden belirlenmiş bir sırayla monte ederek, bitirilmiş malı ortaya çıkarmaktır. Bunun yapılabilmesi için, söz konusu malın seri üretime uygun biçimde olması ve parçalarının, her zaman birbirlerine uyabilecek biçimde, belirli standartlara göre üretilmesi gerekir. Montaj hattındaki iş, bir ya da iki parçayla

Bu makina (sağda), saatte yaklaşık 240 otomobil kapısı üreten otomatik hattın bir parçasıdır. Kapının ana kasası, resmin sağındaki konveyör tarafından getirilir. Pencere çerçevesi takıldıktan sonra, makinada ikisi birbirine kaynaklanır.

Motorun tamu, ayrı bir montaj hattında yapılır. (üstte solda)

Tamamlanmış motor, ön şasi üstüne monte edilir. (üstte sağda)

Direksiyon kolonu gövdeye cıvatalanır. (sağda)

Otomobil koltukları, ayrı atölyelerde yapılır. (sağda) Koltuk kaplamaları, gerekli biçimde kesilerek çerçevelere takılır. Kaplamalar, genellikle renkli plastiklerden yapılır. Ama deri ya da nitelikli kumaş kaplamalar da vardır

Otomobil montajı, kaportanın yapılmasıyla başlar. Kaporta, bütün kaynak noktalarının el altında olması için ters çevrilir.

Kapılar ve kapaklar cıvatalandıktan sonra, pürüzler ve işaretler temizlenip,kaporta,boyaya hazır duruma getirilir.

Kaporta boyanmadan önce, kaportanın altı, pas önleyici reçine havuzuna batırılır.

Şasi üstünde elektrik punta kaynağı

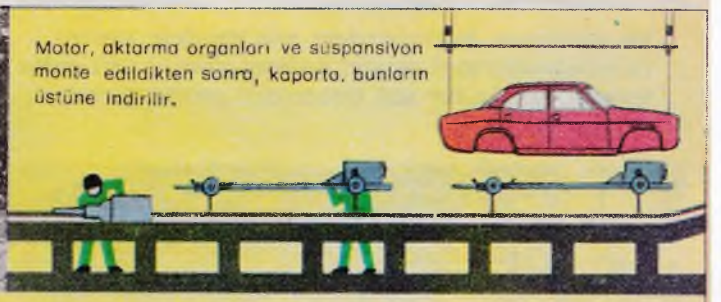
Otomatik kaporta kaynak makinası

Pas önleyici reçineye birinci daldırma

Kaportanın boya tabancasıyla boyanması

Dişli kutuları, yüksekte hareket eden bir konveyör sistemi üstünde monte edilir.

Motor, aktarma organları ve süspansiyon monte edildikten sonra, kaporta, bunların üstüne indirilir.



Kaporta ile motorun bir araya getirilmesi.

Tekerlekler ve koltuklar takılır. Depoya yakıt konur ve motor çalıştırılır.

Hidrolik sistem ve yakıt sistemi bağlanır.

Radyatör ve hidrolik sistem takılır.

İç döşeme, kaplama, silecekler ve ayna monte edilir.

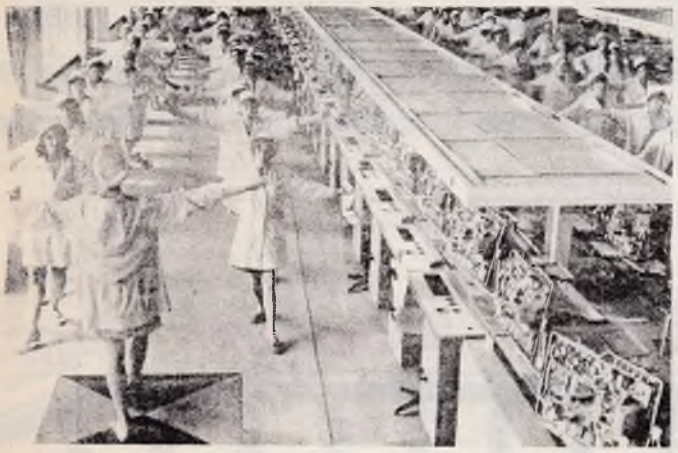
Aşağı yukarı tamamlanmış olan otomobil, yüksek bir hatta alınır.

Tamamlanmış olan otomobil bir rampaya çıkarılır. Direksiyon ve süspansiyon, ayarlanıp denetlendikten sonra, deney silindirlerinin üstüne götürülür.

Otomobil silindirler üstündeyken, motor iletim sistemi, direksiyon, frenler ve farlar denetlenir. Kısa bir yol deneyinden sonra, sızıntıların ortaya çıkarılması için, yüksek basınçlı suya tutulur.

Basınçlı su deneyi.

Bir televizyon fabrikasındaki şasi montajı. (üstte) Tamamlanmış şasi, montaj hattına girer ve ileri doğru hareket ettikçe, her işçi tarafından gerekli parçalar eklenir.



S.S.C.B'ndeki Lvov televizyon fabrikasındaki işçiler, her gün saat 2'de,«gün ortası dinlenme» sağlayarak, üretimi artırmayı amaçlayan yedi hareket yaparlar. (üstte)

---

başlar. Daha sonraki parçalar, hat boyundaki çeşitli noktalarda elle ya da makinayla takılır ve hattın sonunda, malın bütünü monte edilmiş duruma gelir. Montaj hattında çalışanların yan yana ya da arka arkaya oturdukları (ya da ayakta durdukları) yerlerde, monte edilmekte olan mal, bir işçiden ötekine, hareket halindeki KONVEYÖR'lerle taşınır.

Otomobil üretimi: Karmaşık montaj hatlarının en iyi örneklerinden birine, otomobil endüstrisinde rastlanır. OTOMOBİL'ler, binlerce değişik parçadan oluşur. Bu parçaların birçoğu, otomobil üreticisi tarafından yapılmaz, hazır halde başka üreticilerden alınır. Direksiyon çubukları, arka dingiller, göstergeler, farlar, alternatörler, radyatörler ve başka birçok parça bulundukları yerlerden, büyük koruyucular içinde gelir ve ÇATALLI İSTİFLEYİCİ'lerle, montaj hattının yanına bırakılır.

Otomobil fabrikaları genellikle, çok sayıda küçük montaj hattının birleşmesinden oluşur. Kaporta, motor, süspansiyon gibi parçalar, önce ayrı ayrı hatlarda üretilir. Sonra bir araya getirilip, monte edilerek, otomobilin bütünü ortaya çıkarılır. Ana parçaları monte eden kişiler, aşağı yukarı dakikada bir yinelenen yalın işler yaparlar. Tipik bir montaj hattı, haftada 1 500 otomobil üretebilir. Parçalar, otomobilin verimli biçimde üretilip, denetlenebilmesini sağlayacak sırayla monte edilir. Fabrikadan fabrikaya bazı özelliklerin değişmesine karşılık, uygulanan yöntem genellikle şöyledir:

Önce boya atölyesinden kaportalar gelir. Boya atölyesinde kaportalar temizlenir ve astar boya bulunan büyük tanklara batırılır, ardından fırınlanır ve ikinci kez boyanırlar. Elle yapılan son boyayı, ikinci fırınlama izler. Boya atölyesinden kaportalar, ana montaj hattına gönderilir. Kaportanın atölyeden çıkıp, montajı tamamlanmış otomobil haline gelmesi, aşağı yukarı 75 dakika sürer.

Üretime başlanmadan önce, otomobilin rengi, motor büyüklüğü ve iç dekorasyonu gibi özellikleri saptanmış, başka üreticilerden alınacak parçaların ısmarlanmış olması gerekir. Montaj hattı boyunca ilerleyen kaportalara, bir sipariş belgesi eklenir. Böylece, hatta çalışanlar, kaportaya monte edilecek parçalar konusunda kolayca bilgi edinebilirler.

İki tür montaj hattı vardır: Kaporta için; motor, dişli kutusu, frenler, arka dingil ve süspansiyon gibi bütün mekanik parçaları içeren iletim sistemi için. Kaporta, boya atölyesinden montaj hattına gönderildiğinde, ona takılacak motor ve öteki parçalar da başka bir hatta verilir. Bunlar, dikkatle seçilmiş bir noktada bir araya gelirler. Genellikle, üretim sisteminin parçaları, tabanda bulunan bir sonsuz konveyör üstünde hareket eden arabalardaki kızaklara monte edilir. Kızaklar, ana parçaları yönlendirerek, kaportaya tam uymalarını sağlar. Kaportalarsa, ya insan boyundan yüksekte hareket eden konveyörler üstünde ya da yer düzeyinde hareket eden arabalar üstünde gönderilir.

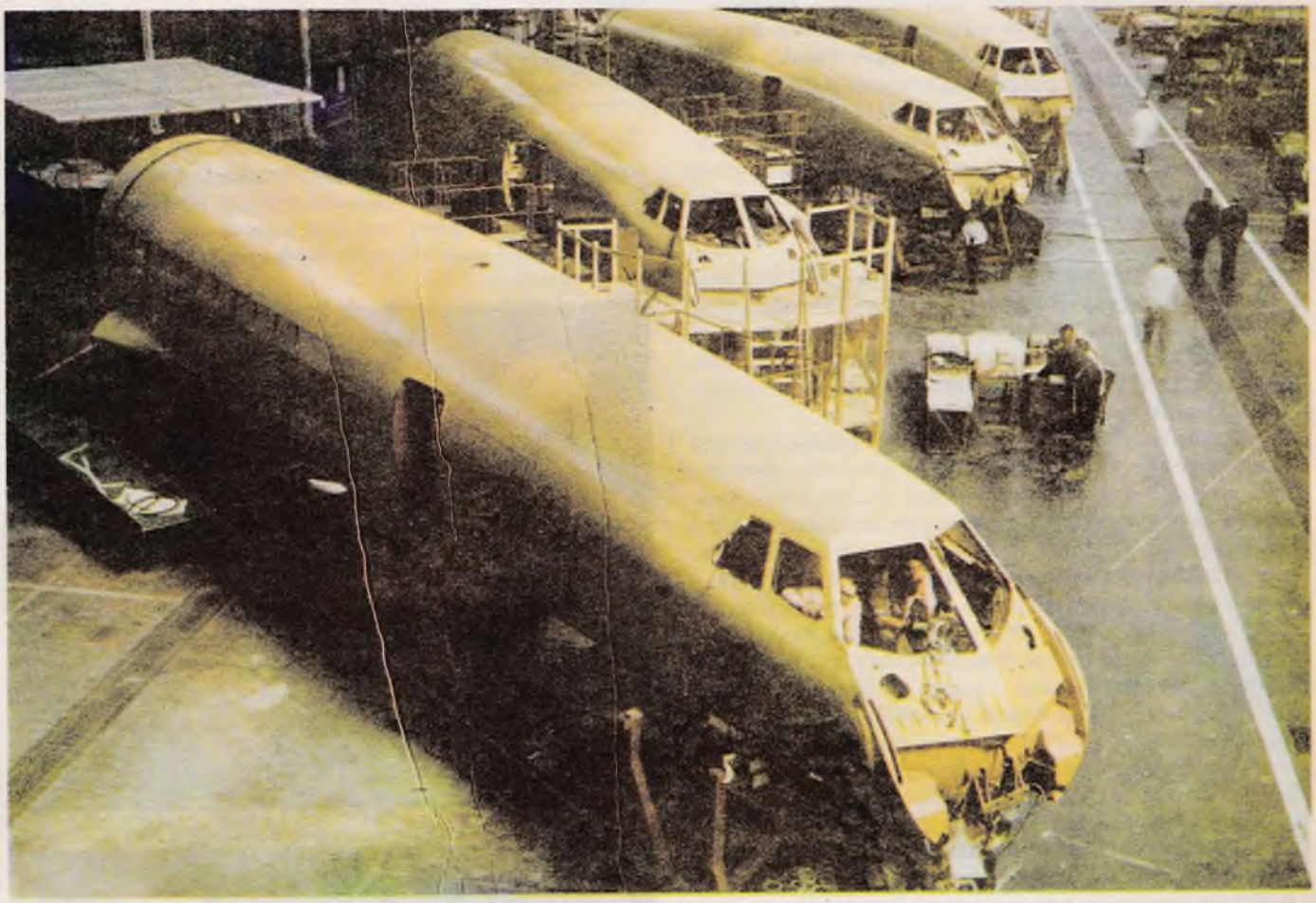
Aksesuar, kaportaya montaj hattında monte edilir. Aksesuar sözcüğü, boyadan sonra kaportaya monte edilen, motor, dişli kutusu ve öteki iletim parçaları dışındaki parçalar için kullanılır. Koltuklar, yer kaplamaları, iç ışıklar, kapı levhaları, ön cam, arka lambalar, kapı camları ile mekanizmaları, kilitler, kapı kolları gibi parçalar, aksesuar kapsamı içine girer. Bu aşamada eklenen öteki parçalar arasında fren boruları, yakıt tankı ile boruları, lambalar ve elektrik donanımı bulunmaktadır. Elektrik telleri, bir başka üretici tarafından üretilir. Teller, jeneratörden ve bataryadan farlara, göstergelere elektrik enerjisi taşımak için gereklidir. Aksesuar montajı, aktarma organlarının otomobile takılacağı noktaya gelindiğinde bitirilmiş olur. Otomobil, konveyör üstünde hareket ederken, gövdeyi ana parçalara bağlayan cıvatalar sıkıştırılıp, göstergeler, direksiyon çubuğu, tekerlekler, vb. eklenir. Fren boruları ile egzoz sistemi gi-

bi otomobilin altına takılan parçalar, kaporta, bir çukurun üstüne geldiği sırada monte edilir.

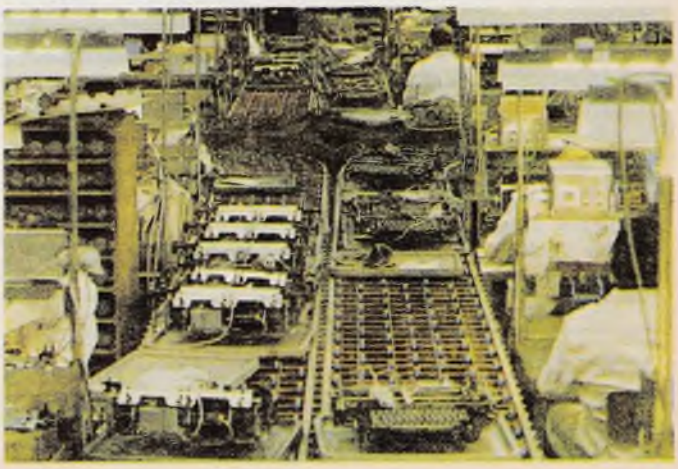
Montaj işinin sonunda rot ve far ayarı yapılır. Radyatöre su doldurulur, depoya yakıt konur, motora yağ eklenir. Otomobil, bir DİNAMOMETRE ya da hareketli yol üstünde deneyden geçirilir.

Elektronik aygıtlar: Transistörlü radyolardan BİLGİSAYARLAR'a kadar her türden elektronik aygıtın montajı, basılı devrelerin (BK. BASILI DEVRE ÜRETİMİ) kullanılmasıyla büyük ölçüde yalınlaştırılmıştır. Devrenin bütün parçaları bir plaka üstüne monte edilir. Parçaların giriş ve çıkışlarındaki teller, plakanın üstündeki deliklerden geçirilerek, arkadaki bakır şeritlere bağlanır. Plakanın arka yüzündeki bakır şeritler, parçaları birbirine bağlar. Lehim bağlantılarıysa, monte edilmiş durumdaki plakanın, bir makina tarafından, erimiş lehim basan bir aygıttan geçirilmesiyle, otomatik olarak yapılır. Plakanın alt yüzü, erimiş lehim içinde yaratılan bir «dalga»nın hemen tepesine değer. Böylece, bakır şeritler ile teller üstünde biriken lehim tabakası, bağlantıyı oluşturur.

Bir ya da daha çok basılı devre plakası üstüne



British Aircraft şirketi fabrikasında bir montaj hattı. (üstte) Burada, BAC/Aerospatiale Concorde süpersonik uçağının gövde önü yapılmaktadır. Bu uçakların son montajı, 800'den çok firmanın sağladığı parçaların bir araya getirilmesiyle, ya İngiltere'deki Filton'da ya da Fransa'daki Toulouse'da yapılır. Gövde, insan boyundan yüksek vinçler üstünde monte edilir. Elektrik donanımı takıldıktan sonra uçak, taşıyıcı üstüne alınır ve motorlar monte edilir. Ardından, siparişi veren şirketin istediği renge boyanır ve gerekli aygıtlar ile kabin döşemeleri takılır. Elektrikli daktilo montajı. (sağda) Bu makinalar, bir noktadan ötekine rulolu konveyörler üstünde, tepsiler içinde aktarılır. Her işçi, konveyör üstünden bir makina alır. Bir parça ekler, sonra makinayı yeniden konveyöre koyarak bir sonraki işçiye iter.



monte edilmiş parçalar sayesinde, bilgisayarlar gibi çok karmaşık elektronik aygıtların bile montajı, hızla ve büyük bir hassaslıkla yapılabilir. ENTEGRE DEVRELER'in kullanıldığı aygıtlar ya da bilimsel aygıtlar gibi hassas elektronik birimlerin, çok temiz koşullar altında üretilip monte edilmesi gerekir. Montajda çalışan işçiler, parçaların tozdan, saçtan ya da nemden etkilenmesini önlemek için, koruyucu giysiler giyerler ve ameliyathanelerde kullanılanlara benzeyen maskeler takarlar. Montaj odasının sıcaklık ve nem oranı da dikkatle denetlenir. Odaya giren hava, toz taneciklerinin temizlenmesi için filtreden geçirilir.

Uçak montajı: Çok büyük olmalarına karşın, uçaklar da montaj hatlarında yapılır. Gövde, büyük kalıplarda üretilmiş parçalardan monte edilir. Gövde bölümü tamamlanınca, bir başka fabrikada (hattâ bazen bir başka ülkede) üretilmiş olan kanatlar ve kuyruk takılır. Daha sonra motorlar, elektrik ve hidrolik sistemleri, kabin mobilyası, öteki aygıtlar yerlerine yerleştirilir. Söz konusu parçaların çoğu, başka üreticilerden sağlanır.

Otomatik montaj: Yukarda sözünü ettiklerimizin dışında, çok sayıda (hattâ saatte iki bin taneden çok) üretilen küçük mallar da vardır. Bu tür malların hızla monte edilmesi çok sayıda işçi gerektireceğinden, montaj işlemini otomatik olarak gerçekleştiren makinalar geliştirilmiştir.

Bu tür makinaların bir örneği, otomobil endüstrisi için sıcaklık ölçme aygıtları üretme amacıyla planlanmış, on altı istasyonlu bir montaj makinasıdır. Aynı türden başka aygıtların montajında da kullanılabilen bu makinada, bir döner sehpanın çevresine yerleştirilmiş aktarma mekanizmaları bulunur. Aktarma mekanizmaları, titreşerek, monte edilecek parçaları, bu parçaları «seçip yerine yerleştiren» bir başka mekanizmaya iletir. İkinci mekanizma, parçaları çalışma yüzeyi üstünde, istenen konuma uygun biçimde yerleştirir. Çalışma yüzeyi, kendi ekseni çevresinde dönerek, parçaları, bir başka montaj istasyonuna taşır. Bu istasyonda, söz konusu parçaya yeni parçalar monte edilir. Bu türden on altı işlemden sonra, montajı tamamlanan parça, makinadan alınıp denetimden geçirilir.

Otomatik montaj makinaları, minyatür lambalardan, bir metreden uzun flüoresanlara kadar, çeşitli lambalar üreten ampul endüstrisi alanında da yaygın biçimde kullanılır. Ampul üretimi uzmanlık isteyen bir iştir: Cam ampullerin yapılması, içlerindeki havanın boşaltılması, argon gibi bir asal gazla doldurulması ve yalıtılması gerekir. Otomatik montaj makinaları, yüksek standartlı, düşük maliyetli ve kusursuz lambalar üretirler.

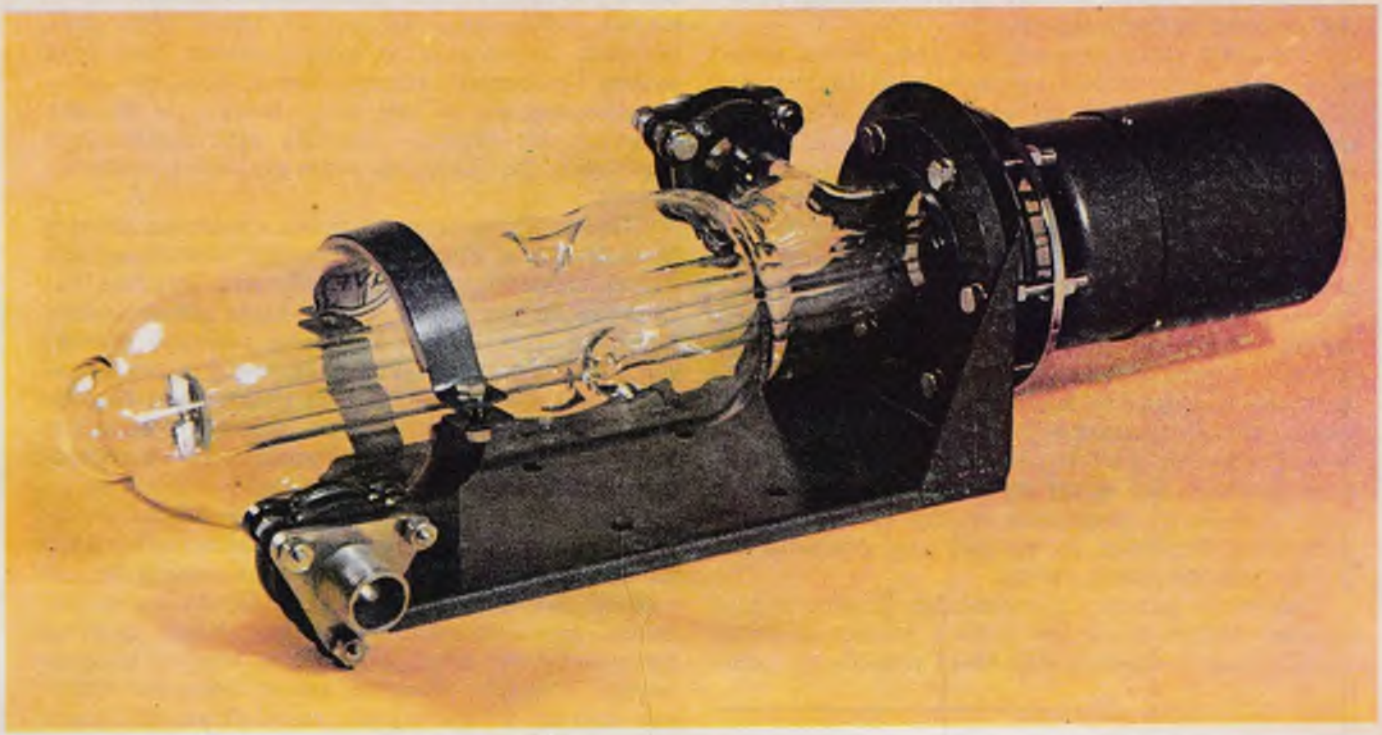
Otomobil fabrikalarının da çoğunda, KAYNAK işi otomatik olarak gerçekleştirilir. Montaj hattına dizilen bir makina grubu, kaportayı oluşturan metal levhaları birbirine monte edip kaynaklar.

MORÖTESİ IŞINIM Bk. ELEKTROMAGNETİK IŞINIM

MORÖTESİ LAMBASI

Morötesi ışınım, bir tür IŞIK'tır; ama dalgaboyu, ışığınkinden kısadır. Morötesi ışınımın dalgaboyu, 390 nm ile 1 nm (nm: nanometre, bir metrenin milyarda biri) arasında değişir. Dünya atmosferi, dalgaboyu 280 nm'den küçük olan ışınımları *(uzak* morötesi ışınlar) soğurur. Bu tür ışınımlar, canlılar için tehlikeli olan enerji içerirler. Dalgaboyu biraz daha uzun olan *orta* morötesi ışınlar (280-320 nm), deride bir takım tepkimeler oluşturur ve güneş yanığına neden olurlar. Adi cam, bütün dalgaboylarını önemli ölçüde soğurur. Bu nedenle, cam arkasından yapılan güneş banyosunda deri yanmaz. 320 nm ile mor ışık arasın-

Alttaki iki resimde, beyaz ışık (üstte) ve morötesi ışık (altta) altında bazı minerallerin görünümü verilmiştir. Beyaz ışık altında değişik renklerde görünmelere karşılık, morötesi ışıkta, alt sırada bulunan dört mineral aynı rengi verir, çünkü tümü flüorittir.



Gemilerde içme suyu sağlama amacıyla kullanılan ve suyu mikroptan arındıran bir morötesi lambası. (üstte)

da yeralan morötesi tayfa, «*yakın* morötesi» adı verilir.

Morötesi lambaları *(ültraviyole lambası* da denir), deşarj tüpleridir. Bunlarda, CIVA buharı içinde bir elektrik deşarjı söz konusudur. Deşarj sırasında, cıva atomlarındaki elektronlar enerji kazanır. Sonra da, kazandıkları bu enerjiyi, elektromagnetik tayfta morötesi ışık ve görünür ışık olarak geri verirler (Bk. TAYFÖLÇÜMÜ). Tüp içindeki cıva buharının basıncı değiştirilerek, tayfın uzak, orta ve yakın bölgelerindeki morötesi ışınlar elde edilebilir. Ayrıca, kuvars ya da özel camdan yapılmış tüpler kullanılarak, istenmeyen dalgaboyları soğurulabilir. Böylece, yalnızca istenen morötesi bölgenin geçişine izin verilir.

Uzak morötesi ışınım veren lambalar, yiyecekleri mikroptan arındırmada kullanılır. Bakterileri yok eden ışınım, insan derisine de zarar verebilir. Bu nedenle, dikkatli kullanılması gerekir.

Güneş lambaları: Çok kısa dalgaboylu morötesi ışını eleyerek, yalnızca orta boy morötesi ışın sağlayan cıvalı lambalara, «güneş lambası» denir. Bunlar, deriye güneş yanığı kazandırdıklarından, güzelleşme amacıyla ya da bazı deri hastalıklarının tedavisinde kullanılırlar. Güneş lambasıyla birlikte, deriyi hafifçe ısıtmak için, KIZILALTI IŞINIM veren kızılaltı lambalar da kullanılır.

Yakın morötesi bölge, bazen «siyah ışık» diye de adlandırılır. Bu dalgaboyu, deriyi etkileyecek enerji içermez. Ama bazı maddelerin *flüoresan* özelliği göstermelerinde kullanılır (Bk. LÜMİNESANS). Bir madde içindeki elektronlar, belirli enerji düzeylerinde bulunurlar. Bu düzeyler, şu ya da bu nedenle değiştirilirse, ya enerji salınır ya da soğurulur. Bir elektron, morötesi ışınıma uğraması sonucu, bulunduğu enerji düzeyinden daha yüksek bir düzeye atlarsa, sonradan aldığı morötesi ışınımı geri vererek, eski düzeyine ya da bir «ara düzey»e döner. İki durumda da, saldığı ışınımın dalgaboyu, aydınlatıldığı morötesi dalgaboyundan daha uzundur. İkinci yöntemde ortaya çıkan ışınım (flüoresans), genellikle görünür ışık halindedir. Bu yüzden, karanlıkta morötesi ışığa tutulan flüoresan bir madde, ışık verir. Bu olaydan, tiyatro sahnelerinde ve diskoteklerde yararlanılır. Daha yararlı bir kullanım alanı da, çeşitli minerallerin çözümlenmesi ya da metal malzeme üstündeki ince çatlakların ortaya çıkarılmasıdır. Çatlakların bulunması için, metal yüzeye, flüoresan özelliği gösteren ince bir boya sürülüp hemen silinir. Bu boya maddesi çatlakların içinde kalacağından, çatlaklar, morötesi lamba altında parlak çizgiler halinde belirir.

MORSE, SAMUEL F.B. (1791-1872)

Samuel Finley Breese Morse, bir telgraf aygıtı bulmuş, A.B.D'ndeki ilk telgrafı çekmiş ve telli haberleşmenin bazı türlerinde günümüzde bile kullanılan «Mors alfabesi»ni geliştirmiş olan kişidir.

Samuel Morse, Massachusetts eyaletinin (A.B.D.) Charlestown kentinde doğdu. 1810 yılında Yale Üniversitesi'ni bitirdikten sonra, resim öğrenimi görmek için İngiltere'ye gitti. A.B.D'ne dönünce, tarihsel resimler yaparak yaşamını kazanma umuduyla, Boston'da bir atölye açtı. Oysa, A.B.D'nde yalnızca portreler pa-

ra getiriyordu. Morse, bir süre portre ressamlığı yaparak, geçimini güçlükle sağladı.

1825-1828 yılları arasında, art arda, karısı, annesi ve babası öldü. 1829'da Avrupa'ya gitti. 1832'de, dönüş yolculuğu sırasında, yol arkadaşlarından biri Morse'a, bir elektrik aygıtı gösterdi. Morse, aygıtı görünce, elektrik aracılığıyla hızlı bilgi iletme konusunda düşünmeye başladı. Telgraf sisteminin üç temel öğesini defterine şöyle özetledi: Bir devrenin açılıp kapanmasıyla çalışan bir gönderici aygıt; mekanik olarak dönen bir şerit üstüne noktalar ve aralıklar biçiminde işaretler kaydeden, elektromıknatısla çalışan bir alıcı aygıt; bir şifre. Bu tasarısını geliştirdikçe, şifrenin, kaydedilmenin yanı sıra, sesli de olabileceğini anladı. Nokta ve aralıklara çizgileri ekledi. Zamanla, kabaca tasarladığı gönderme aygıtını, manipüle haline getirdi. Ama buluşunu, yeryüzünün her yanına haber ve özel mesaj gönderecek bir araç olarak değil, gizli devlet mesajlarını iletecek bir araç olarak görüyordu. Bu yüzden de, bir gizli şifre geliştirme çalışmalarıyla çok zaman yitirdi.

Morse'un teknoloji alanındaki ilk girişimi telgraf değildir. 1817'de ağabeyiyle birlikte, yangın söndürme arabalarında kullanılabilecek esnek pistonlu bir pompanın patentini almıştı. Aynı zamanda heykelci olduğundan, 1822 yılında bir mermer kesme aygıtı yapmış, ama ne yazık ki bu aygıtın patenti daha önce başkası tarafından alınmıştı. Ayrıca, boyalarını öğütme amacıyla süt ve bira gibi maddelerle deneyler yapmıştır. Bir yandan telgrafla ilgili çalışmalarını yürütürken, öte yandan da resim çalışmalarını sürdürmüştür.

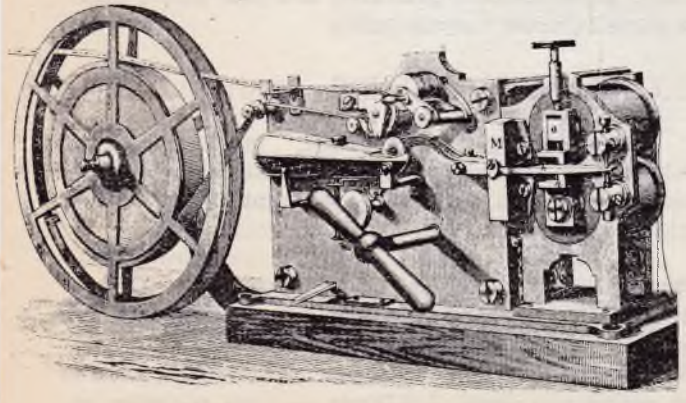
1836'da Morse, telgraf aygıtını meslektaşı Leonard Dunnell Gale'e gösterdi. Morse'un elektromagnetik konusundaki bilgisi yetersiz kalıyordu. Aygıtını, bataryadan en çok on iki metre ötede işletebiliyordu. Morse ile Gale, Gale'in konferans salonunu çevreleyen telgraf teliyle birtakım deneylere giriştiler ve sonunda, on altı kilometre uzağa kadar mesaj iletmeyi başardılar. Morse, daha sonra, mesajların istenildiği kadar uzağa gönderilmesine olanak veren bir elektromagnetik iletim sistemi geliştirdi.

1843 yılında A.B.D. Kongresi, bir telgraf deneyi yapılmasını ve bu iş için gerekli paranın ayrılmasını kabul etti. Washington ile Baltimore arasına bir hat döşendi. Morse, 24 Mayıs 1844'te Anayasa Mahkemesi salonundan ünlü mesajını gönderdi. Mesaj, kusursuz bir biçimde geri geldi, ardından da kısa bir görüşme yapıldı. Gerçekte, Morse'un amacı, buluşunu doğrudan doğruya devlete satmak, sonra da yeniden resme başlamaktı. Ne var ki yetkililer, telgrafın kârlı olamayacağı kanısındaydılar. Bu yüzden, telgrafın geliştirilmesi özel kişilere kaldı.

Ressam ve telgrafın bulucusu Samuel Morse'un fotoğrafı. (altta solda)

Morse'un ilk telgraf aygıtı. (altta sağda) Ön planda, gönderme aygıtı; arkadaysa tahta bir çerçeveye yerleştirilmiş alıcı görülmektedir.

Morse baskılı telgraf alıcısı. (altta)



MOTOR (ELEKTRİK) Bk. ELEKTRİK MOTORU

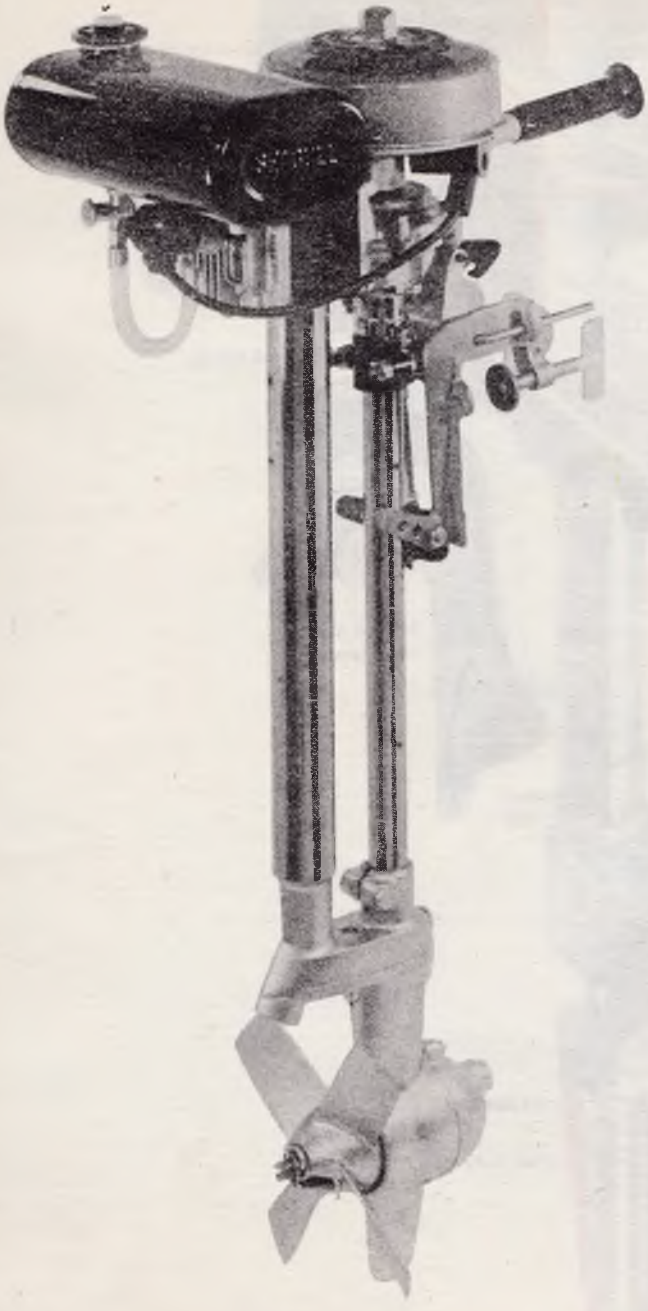
MOTOR, DIŞTAN TAKMA

Dıştan takma motor, küçük kayık ve teknelerin kıçına (aynasına) takılan, bağımsız bir güç birimidir. İlk dıştan takma motor, 1902'de Fransa'da yapıldı. 1900 yıllarının ortalarında da A.B.D'nde Cameron Waterman, küçük bir dıştan takma motor yaptı. Ancak, ticari yönden başarılı ilk modeli, Milwaukee'de yaşayan Norveç asıllı Ole Evinrude gerçekleştirdi.

Motor gövdesi: Motor, elektrik sistemi ve yakıt deposundan (küçük motorlarda) oluşan birime, «motor gövdesi» denir. Aşağı yukarı bütün dıştan takma motorların, iki zamanlı benzin motorları vardır (Bk. İÇTEN YANMALI MOTOR). Ama bazıları dört zamanlıdır (Fisher-Pierce Bearcat gibi). Bazılarında da küçük elektrik motorları bulunur. WANKEL MOTORU'yla donatılmış ilk dıştan takma motor, tek rotorlu Sachs-Wankel KM48 motorlu, 160 cc kapasiteli, 4 800 dev/dak'da 9,5 BG veren Mac 10 motoruydu. Günümüzde birçok firma, döner pistonlu dıştan takma motorlar geliştirmektedir.

Silindirler genellikle yataydır. Hareket, pervaneyi döndüren transmisyon miline bağlı düşey krank milinin alt ucundan, sualtı kesiminde bulunan DİŞLİ KUTUSU'yla aktarılır. Küçük motorlarda, ateşleme, manyetoludur; ama modern ve güçlü motorların.

çoğunda, ALTERNATÖR'e bağlı elektronik ATEŞLEME SİSTEMİ kullanılır. Dıştan takma motorlar genellikle su soğutmalıdır. Soğutma suyu, sualtı kesiminden bir emici çarkla çekilir ve motor gömleğinde dolaştırılıp, pervanenin üstündeki arka deliklerden atılır.

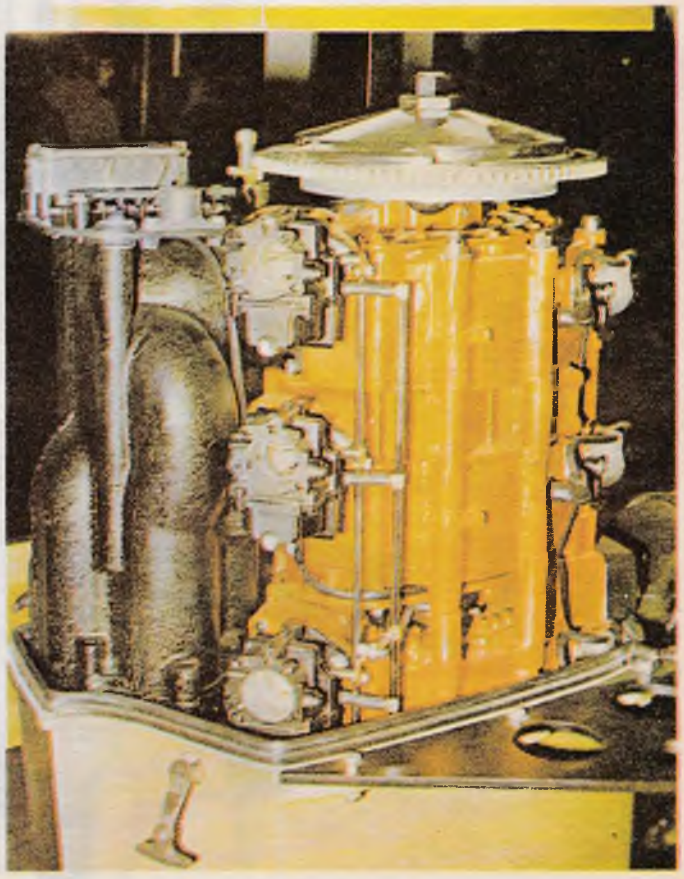


1 BG ile 250 BG (ya da daha çok) arasındaki güçlerde dıştan takma motorlar vardır. Küçük motorlar volan çevresine sarılan kaytanla çalıştırılır. Ama 5-6 BG'nün üstündeki motorlar, standart ya da elektrikli marş motorlarıyla donatılır (marş motorlu türlerde de, yedek çalıştırma birimi olarak kaytan bulunur).

Egzoz, genellikle sualtı kesimindeki bir delikten atılır. Bazı türlerdeyse egzoz çıkışı, pervane göbeğine bağlanır.

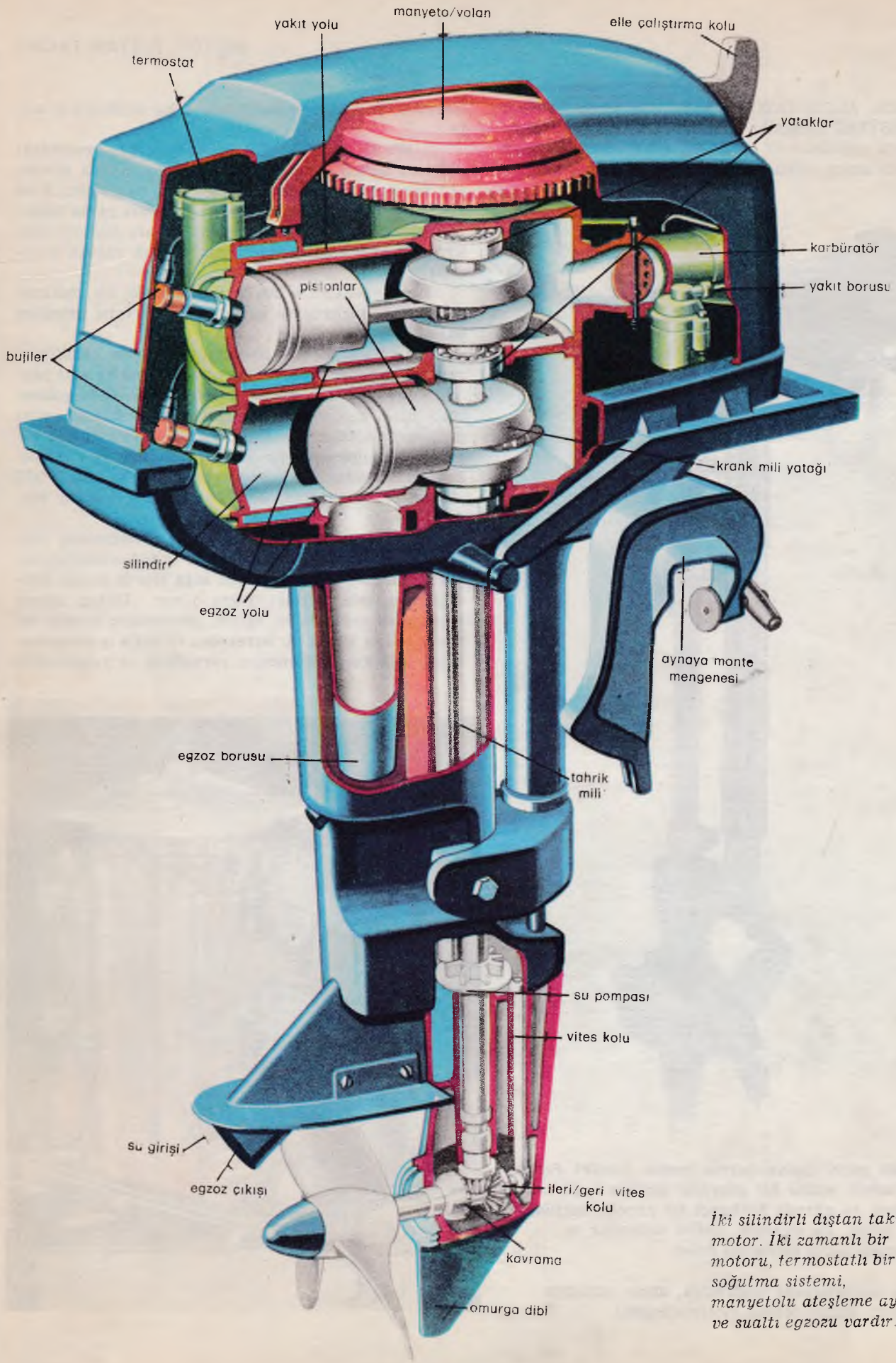
Alt bölüm: Geriye hareketin, motorun kendi çevresinde döndürülerek pervanenin ters yönde etki yapmasıyla sağlandığı küçük motorlarda, vites yoktur. Ama öteki motorlarda alt bölüm, dişli kutusu, vites değiştirme mekanizması, pervane mili ve soğutma suyu emme pompası içerir. Dişli kutusunda, ya vites kolundan mekanik bir bağlantıyla ya da SOLENOİT sistemlerle seçilebilen, ileri, boş ve geri vitesler vardır.

Pervanenin dönüşü tekneyi de döndürmeye çalışır. Pervane saat ibreleri yönünde (geriden bakıldığında) dönerken, teknenin kıçını sağa iter ve tekne, kendiliğinden sola (iskele) doğru döner. Dıştan takma motorların çoğunda bu eğilim, pervanenin hemen üstüne takılan küçük bir hareketsiz DÜMEN'le dengelenmiştir. Bu küçük dümenin, pervanede ve yakınındaki



Küçük güçlü dıştan takma motor. (üstte) Pervane ana tahrik miline bir güvenlik pimiyle bağlanmıştır. Pervane su altında herhangi bir engelle karşılaşırsa pim kırılır. Bu düzenek, iletim sistemine ve pervaneye zarar gelmesini önler.

Yarış motorlarında kullanılan, döner silindirli Johnson dıştan takma motor. (sağda)



İki silindirli dıştan takma motor. İki zamanlı bir motoru, termostatlı bir soğutma sistemi, manyetolu ateşleme aygıtı ve sualtı egzozu vardır.

Bir şişme bota takılmış, Evinrude marka dıştan takma motor.

metal bölümde tuzlu suyun etkisiyle oluşan elektroliz korozyonunu da önleyici etkisi vardır. Pervane bronzdan, küçük dümen de çinkodan yapılırsa, korozyon, daha ucuz olan ve kolayca değiştirilebilen küçük dümeni etkileyip, pahalı olan bronz pervaneye zarar vermez. Yeni dıştan takma motorların bazılarında, pervaneler, elektroliz sorunu çıkarmayan plastikten ya da plastik kaplı paslanmaz çelikten yapılır (Bk. ELEKTROLİZ; KOROZYON ÖNLEME).

Kumanda: Küçük motorlar genellikle bir dümen yoluyla yönlendirilir. Motor hızı, ya dümen koluna yerleştirilmiş gaz koluyla ya da dümen kolunun ucundaki döner sapla ayarlanır. Vites değiştirmeyse, motor gövdesindeki bir kolla sağlanır.

20 BG'nün üstündeki motorlarda, tekneyi bu tür dümenlerle yönlendirmek aşağı yukarı olanaksızdır. Bu yüzden, bu tür motorlarda (ve birden çok motorun takıldığı teknelerde) yönlendirme, direksiyona bağlı kablolarla gerçekleştirilir. Vites değiştirme ve gazsa, motora kablolarla bağlı kollarla, uzaktan kumanda edilerek yapılır. Bazı motorlarda vites ve gaz için bir tek kol vardır. Kol ortadayken hem vites boştadır, hem de motor boşta çalışır. Kol öne itilince, ileri vitese geçilir; kolun daha ileri hareketi de gaz verir. Geri vites için, kol, ortadan alınarak (böylece motor ve vites boşa alınır), geri çekilir. Kolun daha da geri çekilmesi, motora gaz verilmesini sağlar.

İki kollu (biri vites, biri de gaz için) motorlarda, genellikle, gaz kolu boşa alınmadan vites değiştirmeyi önleyen bir kilit mekanizması vardır. Tekneye birden çok motorun takıldığı durumlarda, her motor için ayrı bir uzaktan kumanda bağlantısı kullanılır. Bütün motorların tek elle kullanılabilmesi için de kollar direksiyonun yanına, yan yana yerleştirilir.

MOTOSİKLET

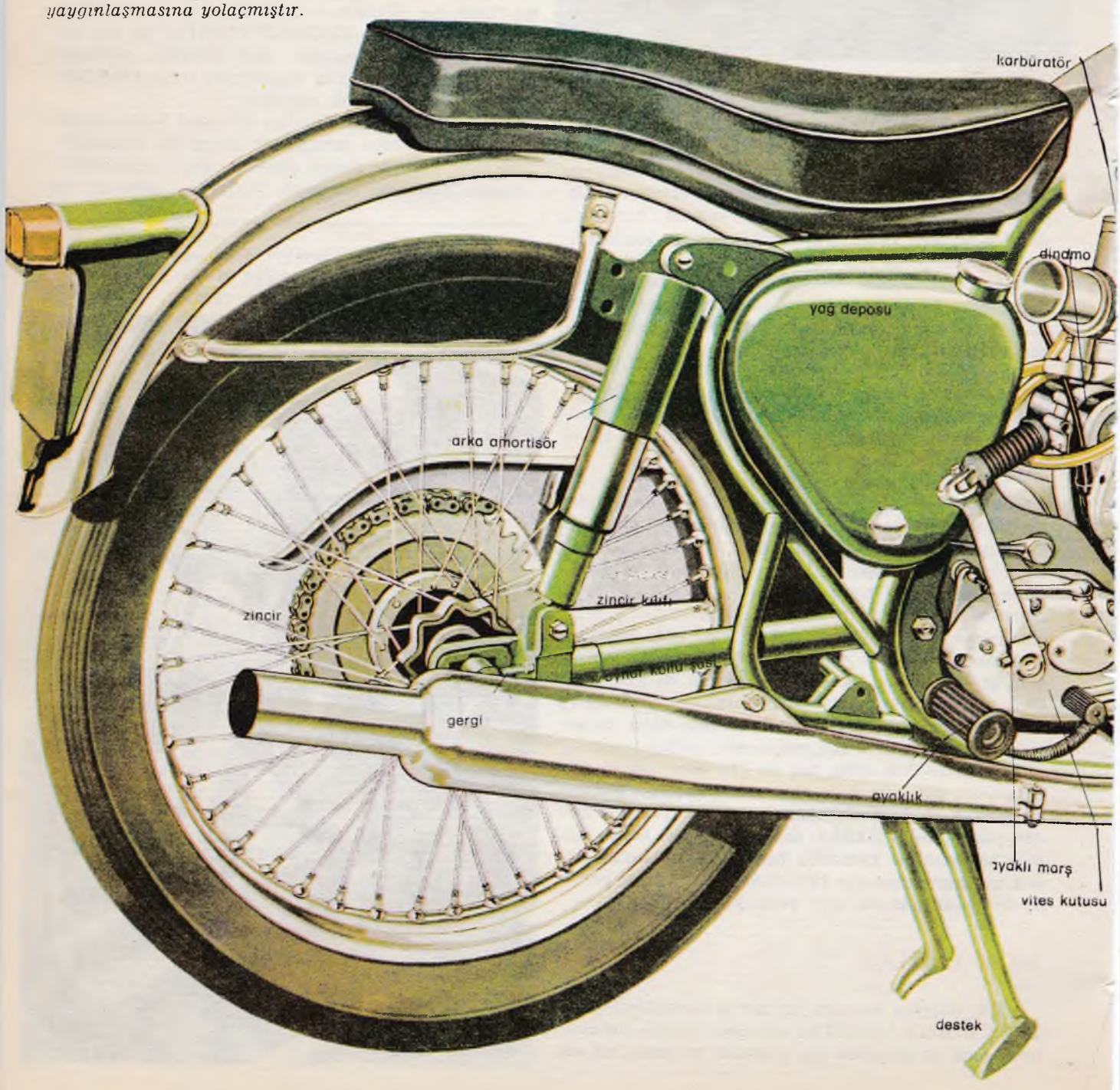
XX. yüzyılın başında yapılan ilk motosikletler, İÇTEN YANMALI MOTOR'lar eklenmiş pedallı bisikletlerdi. Ama bu motorlar çok güçsüzdü ve binici, sık sık pedal çevirerek motora yardımcı olmak zorunda kalıyordu.

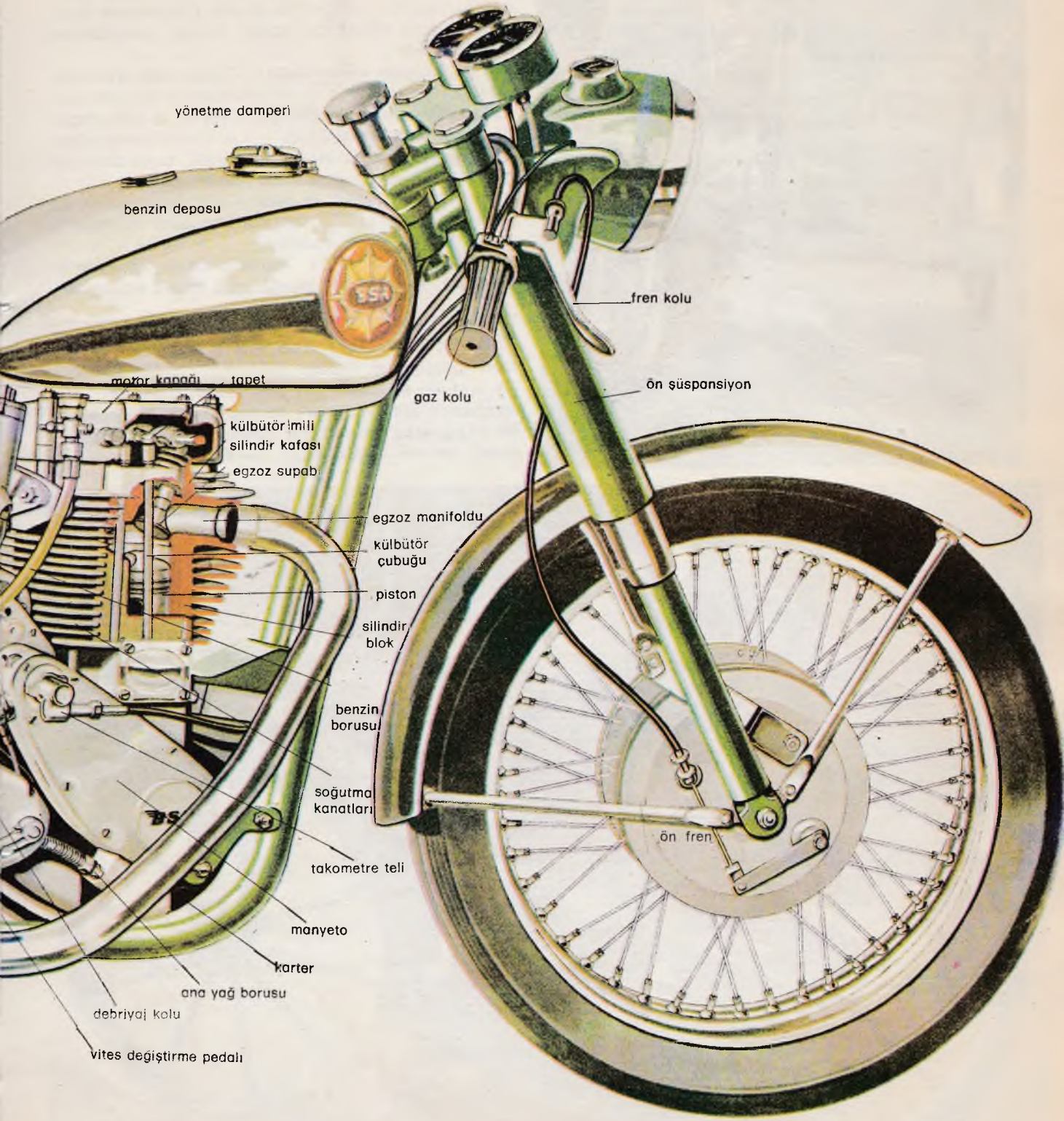
Birinci Dünya savaşından önce, yarışlar için gerçekleştirilen gelişmeler sonucu, motosikletler daha hızlı ve dayanıklı araçlar haline geldi. Ayrıca, yapıları ağırlaştı, oturma yerleri alçaltıldı, ön çatala, biniciyi yol şoklarından korumak için süspansiyon takıldı ve motor, eski modellerde pedal kollarının bulunduğu yere takıldı. Bazı modellerde tekerleklerin kasnaklarla çalışan V-kayışlarla döndürüldüğü düzeneğin korunmasına karşılık, motosikletler, motor ve arka tekerlek arasında iki ya da üç vitesli bir DİŞLİ KUTUSU, bir sürtünmeli DEBRİYAJ ve rulolu zincirlerle sağlanan (Bk. ZİNCİRLE TAHRİK) bir güç aktarma sistemiyle donatıldı. Son yenilikse, sürücüyü motoru çalıştırmak için motosikleti itme zorunluluğundan kurtaran *ayak marşıydı*.

İki dünya savaşı arasında bu temel biçim geliştirildi. İkinci Dünya savaşından sonra da motosiklet, hem spor, hem de ulaşım alanında geniş çapta kullanılmaya başlandı. İngiltere, İtalya ve Almanya'nın

Disk frenleri, dönüş sinyalleri, dikiz aynaları ve öteki aksesuarlarıyla BMW (Bavarian Motor Works) marka 900 cc'lik bir motosiklet. (altta)

Günümüzün motosikletleri, Birinci Dünya savaşında kullanılanlarla karşılaştırıldığında, daha alçak oturma yerli ve daha ağır yapılıdır. Yeni motosikletlerin önünde ve arkasında amortisörler vardır. Bu gelişmeler, ağırlık merkezini alçaltarak, araca denge kazandırmıştır. Debriyaj ve vites kutusunun çalışması, otomobilinkinden daha kullanışlı ve hızlıdır. Disk frenleri, takometre ve sinyal lambaları gibi donanımlar da, motosikletin hem spor, hem de taşımacılık alanında yaygınlaşmasına yolaçmıştır.



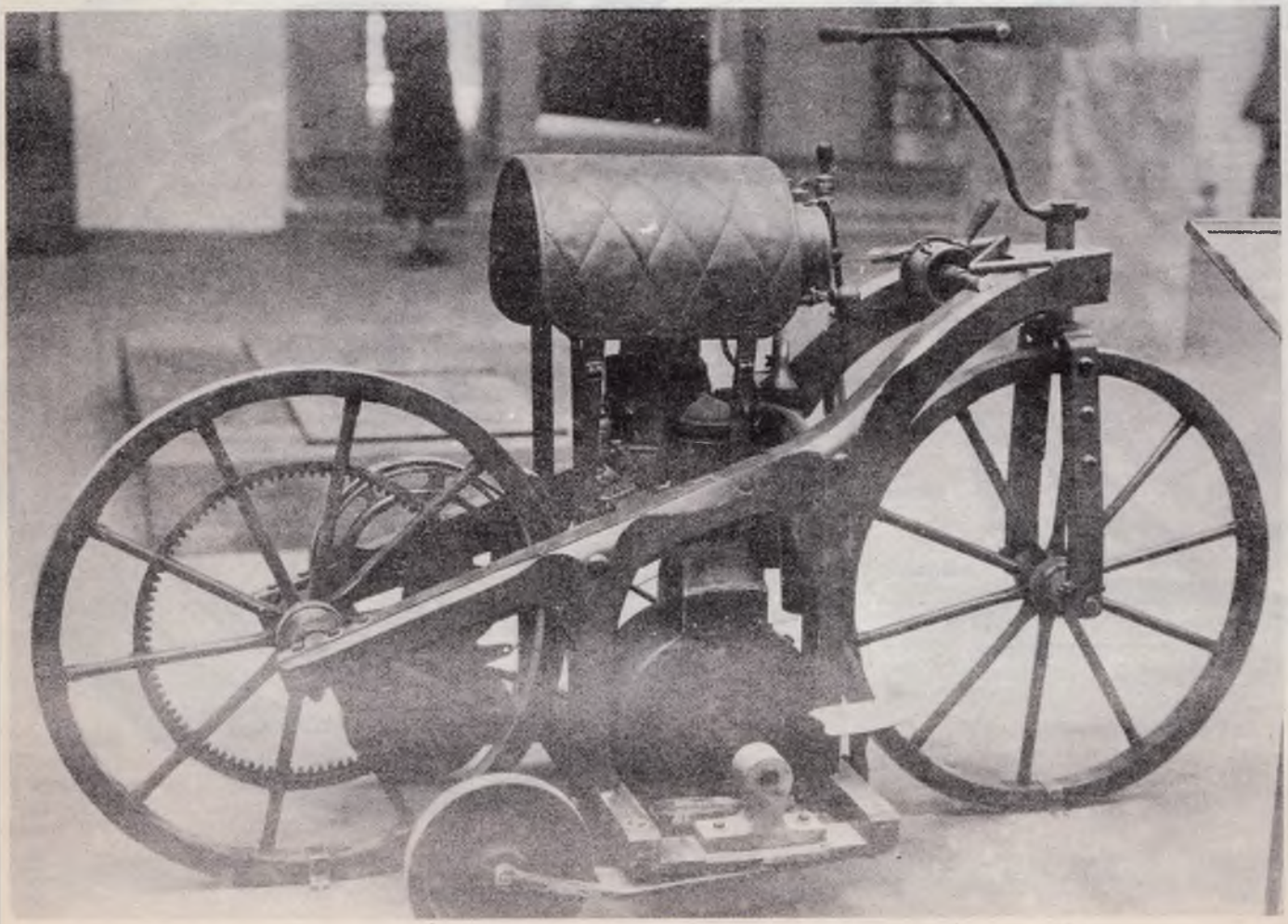

yönetme damperi
benzin deposu
fren kolu
motor kapağı
tapet
gaz kolu
ön süspansiyon
külbütör mili
silindir kafası
egzoz supabı
egzoz manifoldu
külbütör çubuğu
piston
silindir blok
benzin borusu
soğutma kanatları
ön fren
takometre teli
manyeto
karter
ana yağ borusu
debriyaj kolu
vites değiştirme pedalı

kısa süreler için temel üreticiler olmalarından sonra, Japonya, o zamana kadar görülmemiş sayıda nitelikli modeller üretmeye başladı. Japonya'nın başarısı, Avrupa'daki üretimi de uyardı. Günümüzde dünyanın birçok ülkesinde değişik biçimli motosikletler üretilmektedir.

Günümüzde motosikletler: Günümüzde, yeni başlayanlar için 50 cc'den (santimetre küple belirtilen motor hacmi), profesyoneller için 1 000 cc ve daha üstüne kadar değişen ölçülerde motosikletler yapılmaktadır. Küçük ve ucuz modeller dışında, motosikletlerin çoğunda iki ya da üç silindir vardır. Dört ve altı silindirli birkaç model de yapılmıştır. Döner silindirli motoru (Bk. WANKEL MOTORU) olan modellerse, henüz deneme aşamasındadır.

Aşağı yukarı bütün motosikletlerin iki tekerleğinde de, yol kavrama niteliklerini büyük oranda ar-

Manila'da (Filipinler) taksi olarak kullanılan bir sepetli motosiklet. (solda)
İlk motorlu bisikletlerden biri. (altta) Daimler tarafından 1885'te yapılan bu araçta, motordan gelen bir kayış, arka tekerlekteki çember biçimli dişlinin içinde yeralan küçük dişliyi döndürürdü.



tıran amortisörlü süspansiyon vardır. Daha pahalı modellerdeyse, elektrikli marşlar, balataların tekerlekteki bir çelik diske hidrolik basınç uygulayarak çalıştığı disk FREN'ler ve dönüş sinyal lambaları bulunur. Göstergeler genellikle otomobildekilere benzer: Hız göstergesi; motor devir göstergesi (takometre); yağlama ve elektrik sistemleri için uyarıcı ışıklar. Bazı motosikletlerin fiyatı ve kullanım giderleri, otomobilinkilere yaklaşır. Gelişmiş modellerin giderleri ve yakıt tüketimi, küçük bir otomobilinkini aşar. Motosiklet alıcıları için önemli olan hızdır. Normal motosikletlerde 200 km/saat hıza, yarış modellerindeyse 240 km/saat ya da daha çok hıza erişilmektedir.

Motosikletlerde, özel dişli kutuları kullanılır. Bunlar genellikle dört viteslidir, ama bazen beş ya da altıya da çıkarılabilir. Vitesler senkromeşli değildir. Vites değişiklikleri, bir kastanyola mekanizmasının, vites pedalına yaptığı basınçla gerçekleştirilir. Bu sistem, otomobildeki elle çalışan vites kutusundan hızlıdır.

Motorlar: Dört zamanlı ilkeyle çalışan motosiklet motorlarında, otomobildekilere benzeyen bir yağlama sistemi kullanılır. İki zamanlı motorlarda yağlama, bir miktar yağ ve benzin karışımıyla sağlanır. Ama, bu motorlar, artık yalnızca ucuz modellere takılmaktadır.

Motorların geliştirilmesi, günümüzde 250 cc'lik motorları, birkaç yıl öncesinin en büyük motosikletlerinden daha güçlü kılmıştır. Yarış motosikletleri için dört silindirli modeller yapılmaktadır. Üstten kamlı supaplar, bunları, dakikada 10 000 devirlik hızlara ulaştırırlar. İki zamanlı motorlarda, verimi artırmak için, çoğunlukla döner ve titreşimli supaplar kullanılır.

Özel modeller: Engebeli arazide yapılan motosiklet yarışları *(motokros)*, yol dışı kullanımlar için özel modellerin (kros motosikletleri) geliştirilmesine yol açmıştır. Bunlarda yükseklik artırılmış, vites oranları düşürülmüş ve derin çivili lastikler kullanılmıştır.

Bazı yarış motosikletlerinde rüzgar direncini azaltmak için kısmi kaportalar kullanılmaktadır. İki motor takılan ve sürücüyü bütünüyle çevreleyen hız motosikletleri de vardır. Ama, 400 km/saati aşkın hızlara ulaşan bu araçlar, iki tekerlekli olmak dışında, motosiklete pek benzemezler.

Öteki uçtaki örnekler arasında, küçük tekerlekli ve pedal yerine ayak dayayacak yerleri bulunan, «*skuter*» adı verilen küçük motosikletler vardır. Bunlar da motosikletin ya da yolun tozundan sürücüyü korumaya yarayan kaportalarla donatılır.

Kumandalar: Motosiklet kumanda aygıtları standartlaşmıştır. Gaz, sağ gidonun sapı çevrilerek verilir. Sağ gidonda ön freni, soldakindeyse debriyajı çalıştıran kollar vardır. Uluslararası sürücülük kurallarına uygun olarak, vites değişikliği yapan pedal, genellikle motosikletin soluna, arka freni çalıştıran pedal da sağına takılır. Far ve işaret lambalarının düğmeleri, tutunulan yerdedir.

Çamurlu araziden geçen bir sepetli motosiklet. (altta sağda) Bu motosikletler, her tür arazide kullanılabildiklerinden, savaşta çok yararlı olmuşlardır.
Moby X-1 marka, taşınabilir skuter. (altta solda) Bu araçlar trafiğin yoğun olduğu yerlerde çok kullanışlıdır.

MUŞAMBA ÜRETİMİ Bk. LİNOLYUM ÜRETİMİ

MUTLAK SICAKLIK Bk. SICAKLIK

MUTLAK SIFIR Bk. SICAKLIK

N

NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ Bk. GEÇİŞ ELEMENTLERİ

NASMYTH, JAMES (1808-1890)

James Nasmyth, demiryollarının ve demirden gemilerin geliştirilmesinde önemli rol oynayan buharlı çekicin bulucusu olarak tanınır. Ama, bu buluş, onun TAKIM TEZGÂHI alanında gerçekleştirdiği birçok buluştan yalnızca biridir.

İskoçyalı ressam Alexander Nasmyth'in oğlu olan James Nasmyth'in çocukluk arkadaşları arasında, bir demircinin oğlu ile bir boya imalatçısının oğlu da vardı. Bu kişiler, atölyelerindeki işlemleri izlemesine izin vererek, Nasmyth'in, kimya ve mekanik alanlarında pratik bilgiler edinmesini sağladılar.

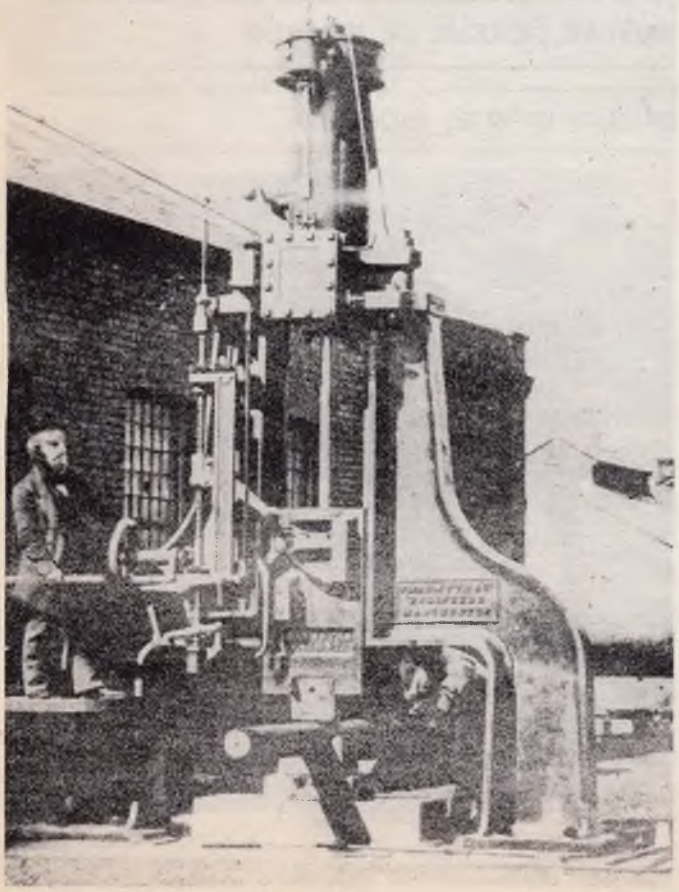
Bir süre sonra Nasmyth, babasının atölyesinde buhar makinası modelleri yapmaya başladı. Modeller, öğrenim masraflarını karşılayacak ve 21 yaşındayken Lambeth motor fabrikasında Henry Maudslay'e yardımcı olarak kabul edilmesini sağlayacak kadar iyiydi. Bu arada Nasmyth, Maudslay'le çalışmaya başlamadan önce, bir buharlı araba ile kanallarda tekneleri çekmeye yarayan bir buharlı çekici de tasarlamıştı. Nasmyth, Maudslay'in yanında geçirdiği iki yılda çok şey öğrendi. Babasının ölümünden (1831) sonra, buhar makinası ve takım tezgâhı üretimine başlamaya karar verdi.

Demiryollarındaki hızlı gelişme Nasmyth'in işlerini artırdı. Torna, matkap, freze ve planya tezgâhı üretimine, kama yatağı açan bir aygıt ile «buhar kolu» adı verilen bir planya tezgâhı eklendi. Planya tezgâhına «buhar kolu» adı, kesici takımı tutan kafanın, yatay buhar makinasına benzeyen bir krank ve biyel tarafından ileri-geri hareket ettirilmesi nedeniyle verilmişti. «Buhar kolu»yla lokomotiflerin küçük parçaları planyalanıyordu.

1839'da bir çark şaftının dövülmesi konusunda Nasmyth'e başvuruldu. Nasmyth, bu tür bir uygulamanın ancak dar bir açıdan düşen ve pek ağır olmayan çekiçlerle gerçekleştirilebileceğini düşündü. Tersi, çekiç sapının kırılmasına yolaçabilirdi. Nasmyth, bir ŞAHMERDAN (ya da giyotin) gibi, dövülecek parçanın tam üstünde duran ve buhar makinasıyla çalıştırılan bir çekiç tasarladı. Bu tezgâhla çok başarılı sonuçlar alındı. Gemi ve lokomotif yapımında kullanılan ağır demir parçaların (şaft, plaka, çapa, vb.) tümü bununla dövülebiliyordu. Tezgâh, ucuna kalıp takılarak, belli bir biçim ortaya çıkarmak için de kullanılabiliyordu.

1845'te Nasmyth, aynı ilkeden yararlanarak, bir buharlı şahmerdan geliştirdi. Birkaç yıl sonra, söz konusu çalışmaları bırakıp, gökbilimle ilgilenmeye başladı. Güneş ve Ay'ın yüzeyleri konusunda araştırmalar yaptı.

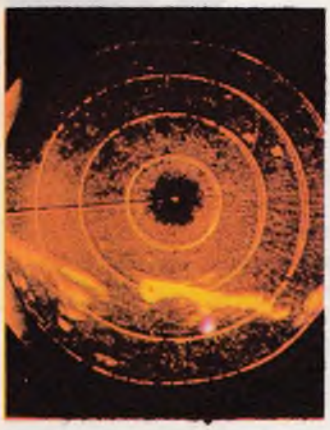
Alttaki resimde, Nasmyth, Bridgewater dökümhanesindeki (Patricroft) buharlı çekicin denetim mekanizması başında görülmektedir. Buhar silindiri, ağır demir gövdenin tepesinde yeralır; alttaki kol, pistonu, gövde üstündeki yataklarda hareket eden çekice bağlar.



NAVİGASYON

Navigasyon (ya da seyrüsefer), «yol bulma» diye tanımlanabilir. Polinezyalılar, teknelerini, yıldızlara ve Büyük Okyanus'un kabarmalarına göre yönetirlerdi. Akdeniz denizcileriyse, gemilerini, rüzgarlara bırakırlardı. 1200 yıllarında magnetik pusula bulundu. Ama bir süre sonra, pusulanın gösterdiği kuzeyin, gerçek kuzey olmadığı ve Dünya'nın çeşitli bölgelerine

Günümüzün navigasyon aygıtlarına çok benzeyen bu aygıtlar (üstte), Kaptan Cook tarafından kullanılmıştır. Pergeller, harita üstünde mesafe ölçmek, paralel cetvellerse, belirli noktalardan, belirli yönlerde paralel hatlar çizmek için kullanılır. Bu hatlar, harita üstündeki rüzgar gülüne göre çekilir.



Günümüzde, küçük teknelerde bile radar kullanılır. (üstte solda) Kıyı hattı, bazı kara bölgeleri ve başka tekneler ekranda görülür.
Mikro-elektronik sistemle çalışan bir radyo yer saptama aygıtı. (üstte sağda) Bu aygıt, bir kıyı radyo istasyonuna ayarlanır ve sinyal duyuluncaya kadar döndürülür. Böylece, istasyonun kerterizi okunabilir.

Radyo yer belirleme aygıtıyla alınan ve bir kılavuz yardımıyla seçilen iki kerteriz, harita üstünde konum belirtir. (üstte)

göre değiştiği anlaşıldı; bu değişiklikler haritalara işlendi. Demir ve çelik tekneli gemiler yapıldığında, pusula sapmaları sorun yaratmaya başladı. Bu sorun, XX. yüzyılda, mıknatıs kullanmadan Dünya ekseninin yönünü ölçebilen CAYROPUSULA'larla kesin biçimde çözüldü.

Ortaçağ'da, geminin kıçından denize, ucunda bir ağaç, üstünde de düğümler bulunan bir halat atılır ve yarım dakikalık bir kum saati bitene kadar, halat salınarak, düğümler sayılırdı. Modern *paraketelerse* (gemi hızını ölçen aygıt), ya su basıncından yararlanır ya da pervane biçimindedir. Daha yeni türlerde de elektronik ilkelerden yararlanılır. Ölçümlerde gemilerin hızı, *knot* (saatte deniz mili) sözcüğüyle belirtilir. Bir deniz mili, bir dakikaya (bir derecelik enlemin altmışta biri), yani 1 852 m'ye eşittir.

Geminin seyir yönü ve hızından, çıkış noktasından sonra geçen zaman süresine göre konum bulma işlemine «*parakete hesabı*» denir. Gelgit ve rüzgar gibi doğal olaylar olmasaydı, parakete hesabına güvenilebilirdi; ama uygulamada, konum belirleme işlemlerinin, değişik yöntemlerle denetlenmesi gerekir. Karada, konumlar harita üstünde belirlenebilir. Oysa denizde, uzaktaki bazı noktaların kullanılması ve sözgelimi kıyılardaki belirli noktalardan *kerterizler* alınması gerekir. Geceleriyse pusuladan ve deniz fenerlerinden yararlanılır.

Açık denizde geleneksel parakete hesabı denetlemesi, gök navigasyonuyla yapılır. Dünya üstünde bulunan her noktanın, bir enlemi ve bir boylamı vardır. Güneş, Ay ya da yıldızların ufukla yaptıkları açı, SEKSTANT aygıtıyla ölçülür. Sonra, o anda geminin tahmin edilen konumunun açısı hesaplanır. Sekstantın verdiği yükseklik, hesaplanan değerden büyükse, düzeltme, gök cismine doğru yapılır. Burada, deniz mili olarak mesafe, dakika olarak iki yükseklik arasındaki fark olur. İkinci bir yıldızla aynı biçimde yapılacak ikinci bir düzeltmeden sonra, konum belirlenir.

Dünyanın her yerinde kullanılabilen gök navigasyonu, kapalı havalarda yararlı olmaz. Bulutların gökyüzünü ya da sisin ufku örttüğü hava koşullarında, bu tür hesaplar yapılamaz.

Denizde elektronik aygıtlar: 1900 yıllarının başında MARCONİ, gemilerde bulunan ve gök navigasyonunda kullanılan kronometrelerin ayarı için gönderilen radyo sinyallerinden, haberleşmede de yararlanılabileceğini gösterdi. Bir süre sonra, halka antenle, radyo sinyali yönünün bulunabileceği anlaşıldı. Böylece, gece ya da siste yön bulmak olanağı doğdu.

Yarasalar, çıkardıkları seslerin yankılanıp yeniden kendilerine ulaşması için geçen zamana göre, karanlık mağaralarda herhangi bir yere çarpmadan uçabilirler. Radyo dalgaları, ses dalgalarından yaklaşık bir milyon kez daha hızlı yol alır ve bir saniye içinde, dünyanın çevresini yedi kez dolaşırlar. Yankıların radyoyla ölçülmesi, İkinci Dünya savaşının başlamasından kısa bir süre önce gerçekleştirilmiştir. Genellikle tabak biçimli anten kullanılmasıyla mesafe ve yönler bulunur ve bu bilgiler bir KATOT IŞINI TÜ-

PU'ne verilir. Böylece denizciler, radarla, karanlıkta ya da siste de, kıyı hatlarını ve öteki gemileri saptarlar.

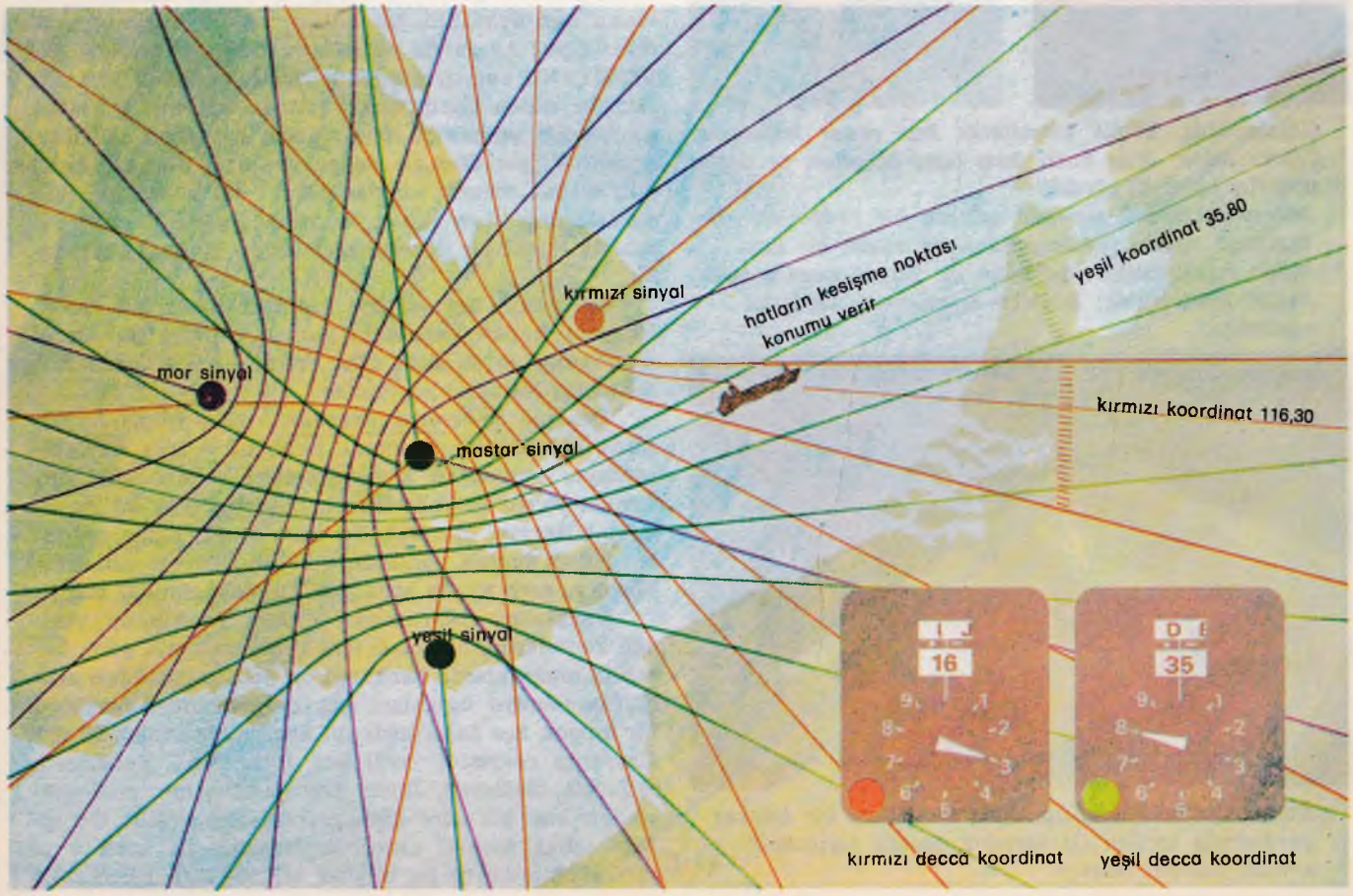
Son yıllarda, deniz navigasyon aygıtlarının geliştirilmesi için, büyük harcamalar yapılmıştır. Bu alandaki en gelişmiş aygıtlardan biri, tekneden deniz yatağına giden ve geri yansıyan ses dalgalarının zamanını ölçebilen, yankı sondajıdır (Bk. ASDİK YA DA SONAR).

İkinci Dünya savaşı sıralarında *Loran* ve *Decca navigasyon sistemleri* kullanılmaya başlanmıştır. Bu sistemlerde, aynı anda suya atılan taşların oluşturduğu birbirine geçen küçük dalgacıklara benzer, ses dalgaları yayınlanır. Kısa bir süre önce de, *Omega* adı verilen çok uzun menzilli ve çok alçak frekanslı bir sistem geliştirilmiştir.

Söz konusu sistemlerin tümü aynı ilkeyle çalışır; ama aralarında bazı küçük farklar vardır. İki radyo istasyonunun aynı sinyali göndermesi durumunda, bu iki DALGA HAREKETİ bazı hatlar boyunca çakışacak yani aynı fazda olacaktır. Hatlar, vericinin çevresinde hiperbol biçimindedir. Bu nedenle, aynı fazda olan sinyalleri alan bir gemi, deniz haritalarında gösterilen bu hatlardan biri üstünde olacaktır. Kesin konum belirlemesi yapmak için, hiperbol hatları belirlenmiş olan iki ayrı istasyondan alınacak sinyaller karşılaştırılır. Söz konusu hatlar bilindiğinde, ikisinin birleştirilmesi, konumu ortaya çıkarır.

Yer istasyonlarından dakikada bir değişmez konumlar verme amacıyla yayınlanan ek hat tanıtma sinyallerini kullanan Decca sisteminin ilkesi budur.

HMS Charybdis firkateynin navigasyon masası, resimde (üstte) görülen Decca navigasyon aygıtı dışında, küçük teknelerin masalarına benzer. Decca aygıtından alınan bilgiler, altta görülen haritaya geçirilir. Aygıtta üç kadran vardır, ama ikisinden okunan bilgi, konum belirlemeye yeterlidir. Charybdis gibi açık deniz gemilerinde, ayrıca, uzun menzil kullanımı için Loran da bulunur.



Bu sistem, gemilerde bulunan otomatik sayıcıları çalıştırdığından, gemi konumları sürekli olarak izlenebilmektedir.

Loran sisteminde, sürekli sinyaller yerine, kesikli sinyaller kullanılır. Daha az, ama daha hatasız bilgi verilir. Loran C sistemiyse, hem çok, hem de doğru bilgi verir. Loran C, uçaklarda da kullanılır. Yalnızca yön bilgileri veren ve «Consol» diye adlandırılan kısıtlı bir sistemse, yatlarda ve özel teknelerde yararlı olur.

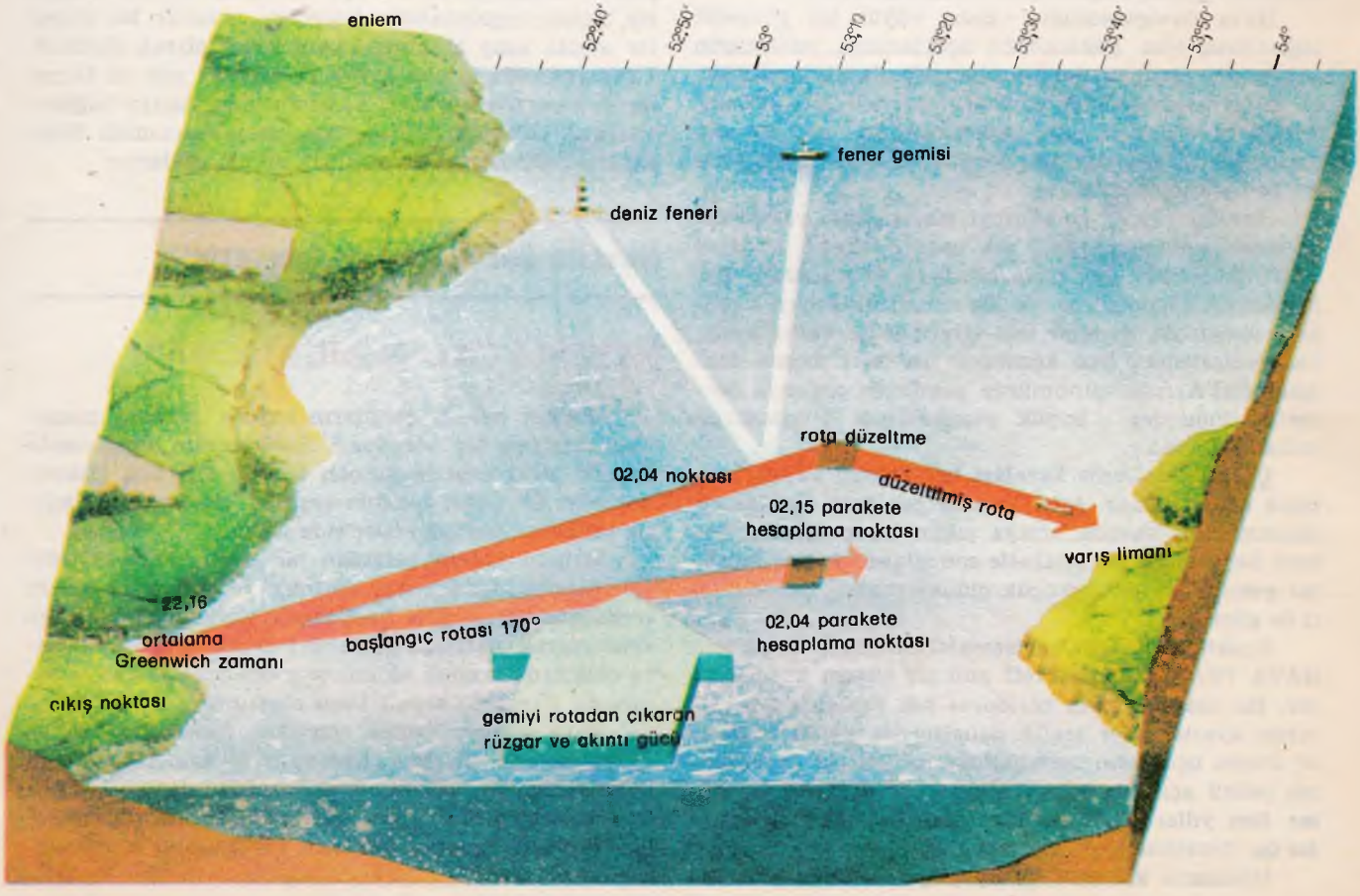
En son geliştirilen sistemlerden biri de UYDU sistemidir. Bu sistemde, Dünya çevresindeki yörüngelerde dönen uydular, kodlu sinyallerle, yörüngeleri konusunda ayrıntılı bilgiler verirler. Yörünge değiştiğinde, sinyal kodu, yer istasyonundan, uzaktan denetimle değiştirilir. Uydu uzayda hareket ettikçe, DOPPLER OLAYI'ndan kaynaklanan kayma da değişir. Uydu ufuğa yakın olduğunda, gemiye olan uzaklığı daha çabuk, tam yukardayken daha yavaş değişir. Yörünge ve Doppler bilgileri bir BİLGİSAYAR'a verilerek, geminin konumu hesaplanır.

Hava navigasyonu: Marconi'nin radyoyu geliştirdiği yıllarda, WRİGHT kardeşler de ilk kez, havadan ağır bir araçla uçmayı başardılar. İlk navigasyon aygıtları, gemilerde olduğu gibi, uçaklarda da bazı güçlükler çıkardı. Üstelik, gemilerin bu tür durumlarda büyük bir tehlikeyle karşı karşıya kalmamasına karşılık, uçakların havada durmaları olanaksızdır ve yollarını yitirseler bile, yakıtlarını tüketene kadar uçmak zorundadırlar. Ayrıca, yüksek hızlarda navigasyon yapmak oldukça zordur.

Pilotlar, kalkıştan önce bir *uçuş planı* hazırlayıp, uçuş sırasında bunun üstünde gerekli değişiklikleri yaparlar. Eskiden uçuş yönü ve hız, rüzgarlara göre bulunurdu. Günümüzdeyse, radyo Doppler (Bk. HAVACILIK ELEKTRONİĞİ), yere göre uçağın hızını ölçebilmekte ve bilgisayarlar bu verilere göre, uçağın konumunu verebilmektedir.

Kalkıştan sonra pilota nerede olduğu değil, ne yapması gerektiği konusunda yardımcı olmak gerekir. Eskiden halka anten, gidilecek alandaki bir radyo istasyonuna çevrilmekte ve uçak, halkanın yönünü izlemekteydi. Bir başka seçenek de, yer istasyonlarının yayınladığı radyo dalgalarını kullanmaktı. Ama bu tür navigasyon yöntemleri kötü hava koşullarından etkilendiklerinden, İkinci Dünya savaşından sonra, «VOR» diye tanımlanan yüksek frekanslı yönsel sin-

Parakete hesabıyla navigasyon. Çizimde (altta), hesaplanmış bir rotada dört saat yol aldıktan sonra, iki noktadan konum alan bir gemi görülmektedir. Bu durumda gemi, parakete hesabıyla bulunması gereken noktada değil, «02,04 noktası»ndadır. Yeni bir rotanın saptanması için, 11 dakikalık bir zaman süreci tanınır.



yaller ve mesafe ölçücüler (DME) kullanılmaya başlandı. Loran ve Decca sistemleri, yön göstermekten çok konum belirttiklerinden, havacılıkta pek yararlı olmuyorlardı.

Uçaklara, EYLEMSİZLİKLE GÜDÜM sistemi de takılabilir. Bu sistemin platformu üstünde bulunan ivmeölçerler, cayroskoplarla boylamı ölçer, bir bilgisayar da sürekli olarak konum verir. Ancak, bu sistemler pahalı olduklarından, yalnızca büyük yolcu uçaklarında ve savaş uçaklarında kullanılırlar. Öte yandan, cayroskoplar da saatte 1 derecelik bir sapma yapabilmekte, böylece, her uçuş saati için, bir deniz millik bir hata ortaya çıkmaktadır.

Kuşkusuz uçak yönetimi, gemi yönetiminden zordur; havada düz tutulmayan bir uçak, istenen yöne uçmayacaktır. Yüksek hızlarda insan kulağı da hata yapabilmektedir. Bu nedenle eski pilotlar, yeri görerek uçmayı yeğ tutmuşlardır.

Gece ya da bulut içi uçuşlarında, uçuş aygıtları büyük önem kazanır. Ama bu tür uçuşlar, pilotu çok yorar. Bu yüzden günümüzde, uçakların büyük çoğunluğunda, kırk yıl kadar önce geliştirilen otomatik pilot sistemleri kullanılmaktadır. İLS'yle (aygıtla iniş sistemi) ve radyo altimetreyle bir arada çalışan otomatik pilot sistemi, siste inişi olanaklı kılmıştır. Günümüzün uçaklarında, pilotlar, bazı küçük düğmelerle uçuşu denetleyebilmektedirler. Söz konusu navigasyon aygıtlarının tümünün, bir bilgisayar aracılığıyla otomatik pilota bağlanması da olanaklıdır.

Hava navigasyonuna daha büyük bir güvenlik sağlanması için, günümüzün uçaklarında, sistemlerin çoğundaki aygıt ve donanımlar çift olarak yapılmakta ve bir aygıt bozulunca, yedeği devreye girmektedir. Sözgelimi, otomatik pilot sisteminde, iki hattâ üç otomatik pilot, otomatik inişlerde iki İLS ve radyo altimetre bulunmaktadır.

Havacılar için geliştirilen navigasyon yöntemleri, deniz navigasyonuna pek yararlı olmaz. VOR ve DME, menzilleri pek uzun olmayan sistemlerdir. Eylemsizlikle yönlendirmeyse, deniz yolculuğunun uzunluğu nedeniyle, gemiler için elverişsizdir. Buna karşılık, denizaltılara bazı karmaşık sistemler monte edilmektedir. Ayrıca, günümüzde gemilerin çoğunda otomatik dümenler, büyük gemilerdeyse bilgisayarlar kullanılmaktadır.

Çarpışma: Deniz kazaları her zaman yaşam yitimine neden olmaz. Ama uçaklar çok hızlı araçlar olduklarından, havada ortaya çıkan bir çarpışma, hemen her zaman bir felaketle sonuçlanır. Ayrıca, uçaklar gemilerden daha küçük olduklarından, görülmeleri de güçtür.

Uçakların havada çarpışmalarına engel olmak için HAVA TRAFİK DENETİMİ adlı bir sistem kurulmuştur. Bu sistem, «hava koridoru» adı verilen uçak yollarını ayarlar. Her trafik denetimcisi, kendi bölgesine düşen uçakların sorumluluğunu üstlenir ve bunların belirli açılarda ve yüksekliklerde uçmalarını sağlar. Son yıllarda geliştirilmiş olan sayısal bilgisayarlar da, denetimcilere yardımcı olur.

Uçakların konumu, yatay çizgide olduğu gibi, dikey olarak da belirlenebilir. Bu amaçla, BAROMETRE tipi altimetreler (yükseltiölçer) kullanılır. Denetimciye yardımcı olma amacıyla, radar ekranında görülen uçak, yüksekliğini otomatik olarak belirtir.

Uzay navigasyonu: Uzay yolculuklarında, en ince ayrıntısına kadar hazırlanmış uçuş planlarına uyulur. Böylece, sözgelimi Ay'a yapılacak bir iniş ya da bir kapsülün denize inişi, günlerce, hattâ aylarca önceden bütün ayrıntılarıyla bilinir. Uzay uçuşlarında rüzgar ve gelgit gibi doğal olaylar söz konusu olmadığından, uçuş yolları kesin ve hatasız olarak hesaplanabilir.

Uzay uçuşunun başlangıcında, eylemsizlikle yönlendirme sistemi kullanılır; ama uzaya çıkıldıktan sonra, yerçekimi etkisi ortadan kalkar. Uzay uçuşunda konum belirlemesi yapılmamasına karşılık, uçuşun önceden yapılmış plana göre gerçekleştirilmesi gerektiğinden, küçük sapmalar ve hız değişiklikleri, roket motorlarının çalıştırılmasıyla ayarlanır. İvmeölçerler, hız değişikliğini ölçerler ve yeterli hız kazanıldığında, roket motorları otomatik olarak durur.

Dünya üstünde, bir aracın yerini saptamak için gök navigasyonundan yararlanılabilir. Uzaydaysa yıldızlar, yalnızca iki boyutta yön verebilirler. Burada konum belirlemek için gerekli üçüncü boyut, Dünya üstündeki radar ve bilgisayarlar yardımıyla sağlanmaktadır. Bununla birlikte Ay'a ya da herhangi bir gezegene yakın uçuşta, söz konusu gezegen referans yüzeyi sağladığından, gök navigasyonunun değişik bir biçimi uygulanabilir. Dünya'da bulunan bir Doppler aygıtı, uzay aracının hızını kesin olarak ölçebilir. Uzay aracında ayrıca, inişte kullanmak için de Doppler navigasyon aygıtları bulundurulur. Radyo bağlantılarının kesilmesi durumunda, uzay aracındaki bilgisayarlar Dünya'ya normal bir dönüş sağlarlar.

NAYLON ÜRETİMİ Bk. LİF, SENTETİK

NEFESLİ ÇALGILAR, MADENİ

Madeni nefesli çalgıların başlıca parçası, metalden yapılmış bir borudur. Bu borunun bir ucunda ağızlık, öteki ucunda da çan biçimli bir çıkış (*kalak*) bulunur. Bu temel biçimin çeşitli türleri vardır. Değişik türlerden değişik sesler elde edilir.

Madeni nefesli çalgıdan bir nota çıkarmak isteyen çalgıcı, dudaklarını ağızlığa yerleştirir ve doğru frekansta titreşimleri başlatacak biçimde dudaklarını ayarlayarak, çalgının içine uygun hızda üfler. Böylece oluşturulan hava akımı, çalgının içindeki hava sütununu titreşime sokan tonu oluşturur.

Hava sütunu, belirli rezonans frekanslarında ya da perdelerde titreşir. Rezonans frekansları, boruda bulunan hava sütunundaki DALGA HAREKETLERİ'yle oluşur. Frekanslar, borunun içinde dolaşmazlar, titreşen havanın durağan bir kalıbını oluştururlar.

Durağan dalgalar, ters yönlerden gelen iki dalganın karşılaşıp birbirini zorlaması sonucu ortaya çıkar. Madeni nefesli çalgılarda, dışa doğru giden dalga, ağızlıktaki ton tarafından yaratılır. Bu dalganın bir parçası kalaka eriştiğinde, borunun içinden ağızlığa doğru geri yansır. Ağızlıktaki ton, borunun rezonans frekansındaysa, bir durağan dalga ortaya çıkar.

Belirli uzunluktaki bir borudan elde edilebilecek en alt notaya, «*temel ses*» denir. Temel ses, hava sütununun boydan boya titreşmesiyle ortaya çıkar. Ne var ki, hava sütunu yalnızca bütünüyle titreşmekle kalmaz, aynı zamanda, kendi uzunluğu boyunca eşit parçalar halinde de titreşir.

Titreşen sütun ne kadar uzunsa, nota da o kadar pestir. Böylece, titreşen hava sütununun parçaları, bütüne oranla daha yüksek notalarda ses verirler. Bu notalara «*armonikler*» denir. Armonikler, temel sese yalın oranlarla (3:2, 2:1, 5:2, vb.) bağlıdırlar. Temel sesten perdeler halinde yükselen bu notalar arasındaki aralıklar, giderek daralır ve armonik diziler oluşur. Belirli bir boru uzunluğunda, yalnızca bir dizi elde edilebilir. Çalgıcının ustalığı, istenen armoniği doğru seçmesinde ve seslendirebilmesinde yatar. Sanatçı bunu, dudaklarını büzüp gerilimlerini artırarak yapar.

Valfların eklenmesinden önce, XVII. ve XVIII. yy'larda trompetler. (solda) Bu trompetler pes notalardan çok, tiz notaları çalmaya uygundur. Bu nedenle, XVII. ve XVIII. yy'ların müziğinde, Bach'ta olduğu gibi, yalnızca tiz trompet notaları kullanılmıştır.

Ses rengi: Bir çalgının tonu ya da ses rengi, çıkardığı armonik çeşitlerine bağlıdır. Madeni nefesli çalgılarda ses rengini, ağızlığın biçimi, boruların uzunluğu ile kesiti ve «kalak»ın biçimi belirler. Kısa bir ağızlık ve nispeten küçük çaplı bir kalaka doğru birden genişleyen silindir biçiminde bir boru, trompetin keskin sesini verir. Kornonun koni biçimli ağızlığı ve kesiti ile geniş açılan «kalak»ıysa, yumuşak ve tatlı bir ses sağlar.

Çalgının yapımında kullanılan metalin kalınlığı da sesi etkiler. İnce metal, çınlayan bir ses verir. Çalgı yapımcılarının bazı gizli formülleri olmasına karşılık, çeşitli alaşımların ne sonuç vereceğini hesaplamak zordur. Pirinç, görünümünün korunması için, açık sarı vernikle cilalanır ya da gümüşle kaplanır.

Yalın madeni nefesli çalgıların kullanımı kısıtlıdır. Borudan yedi ya da sekiz nota çıkarılabilir. Oysa aynı sınır (en pes ve en tiz nota arasındaki uzaklık) içinde, piyanoda otuz yedi nota vardır.

Sürgü: Madeni nefesli çalgılara çokyönlülük kazandırmanın en eski yöntemi, trombonda olduğu gibi, borunun boyunu uzatmaktır. XVI. yüzyıldan bu yana önemli bir değişiklik geçirmemiş olan trombonun boruları, iki kol gibidir. Kollar birbirlerine U biçimli bir boruyla (sürgü) bağlıdır. Sürgü, aletin üstünde belirtilmemiş olan yedi konuma ayarlanabilir. Sonuçta, aşağı doğru inen yedi temel ses ortaya çıkar. Armonik dizileriyle birlikte bu yedi ses, çalınacak sınır içindeki bütün notaların elde edilmesini sağlar.

Fazladan bir ya da iki armonik dizi veren küçük bir sürgüye dayanan ilkenin, trompetlere uygulanması olanaksızdır. Kornonun borusuysa, silindir değil, koni biçimlidir. Bu nedenle, kornoya sürgü takılmaz. Bununla birlikte, elin «kalak»ın içine sokulmasıyla, perde bir sonraki armonik dizilere yükseltilebilir. XIX. yüzyıla kadar, orkestralardaki bütün kornolar bu biçimde çalınmıştır.

Valf: Trompet ve kornonun, «boru sesi»nin kısıtlamalarından kurtulması için, hava sütununun ansızın uzamasını sağlayacak bir mekanizma geliştirmek gerekiyordu. Bu, bir valf biçiminde ortaya çıktı. 1818'de bir pistonlu valf patenti alındı. 1832'deyse döner valf bulundu. Bu iki tür, günümüzde de kullanılmaktadır.

Nefesli çalgılarda genellikle üç valf vardır. Bun-

lar, hava sütununu saptırarak uzatırlar. Hava sütunu, valftan ana boruya geçer ve geri döner. Bu valflar, çalgının perdesini basamak basamak, alttaki armonik dizilere indirir. Değişik valf bileşimleri, trombon sürgüsünün yarattığı yedi armonik diziyi verir.

Pistonlu valf, silindir biçimli bir çerçeve içinde çalışır. Aşağı itildiği zaman, havayı pistonun denetimindeki sürgü valfına gönderir. Sarmal bir yay, pistonlu valfı eski durumuna getirir. Pistondaki hava yolları ile çerçevedeki açıklıkların aynı çizgi üstünde kalmalarını sağlamak için, piston tarafında bulunan bir çıkıntı, çerçeve tarafındaki bir yiv içine oturtulur.

Döner valf, içinden kıvrımlı iki hava yolu geçen davul biçimli bir rotordan oluşur. Tuşlardan birine basılınca, rotor, 90° döner ve hava akımını sürgü valfı içine saptırır. Bazı çalgılarda eklemli bir dirsek, tuşun hareketini rotora aktarır. Bazılarındaysa bu ilişki telle kurulur. Rotor doğal durumuna, kapalı bir kutu içindeki sarmal yayla ya da küçük bir saat zembereğiyle döndürülür.

Valf sürgüleri ayarlanabildiğinden, her biri ayrı ayrı akort edilebilir. Ayrıca, çalgının ana borusu içine eklenmiş ayarlanabilir bir ana sürgü vardır. Bu sürgü, uzunluğunu ayarlayarak, çalgıyı orkestranın öteki çalgılarıyla uyum içinde tutar.

Valfın geliştirilmesinin en önemli sonuçlarından biri, alt armonikleri kullanabilen büyük madeni nefesli çalgıların yapımına yolaçması oldu. Böylece, bir madeni nefesli çalgılar topluluğu doğdu. Tuba, ilk kez 1835'te, Almanya'da ortaya çıktı. On yıl sonra Adolphe Sax, tuba perdesinden trompet perdesine kadar uzanan valflı madeni çalgılar ailesini dünyaya tanıttı. Gene Sax tarafından geliştirilen saksofonlar, metalden yapılmış olmalarına karşılık, tahta nefesli çalgılar arasında sınıflandırılırlar.

Valfın başka kullanımları da vardır. Perdeyi beş dizi kadar düşüren bir başka halkanın eklenmesi, en pes notalar ile ikinci armonikler arasındaki boşluğun doldurulmasını sağlamıştır. Kısa çalgılarda olmayan notalar, daha pes çalgılarda daha üst armonikler olarak bulunduğundan, bu özellik, uzun çalgılarda büyük önem taşıyordu. Tubalar, aşağı yukarı her zaman dört valflı yapılır. Günümüzün trombonlarındaysa, çalgıcının sol başparmağıyla çalıştırdığı bir döner valf bulunur. İki valflı trombonda ikinci valf, birinci tek başına basılıyken çıkarılamayan notaları oluşturur.

Doğal perdesine (Si bemole) ayarlı bir trompet. (sağda üstte) Alt borudaki küçük sürgü, perdeyi hafifçe değiştirir, böylece çalgı akort edilebilir.

Fa'ya ve Do'ya akort edilmiş büyük bir tuba. (sağda altta) Korno gibi, bunun da döner valfları vardır. Üç tanesi çalmak, bir tanesi perde değiştirmek, biri de pes notaları uyum içinde tutmak için kullanılır.

Tubalardaki beşinci valflar, pes notaların uyum içinde çalınmasını sağlar. Karmaşık akustik nedenlerle, bu tür çalgıların uyumu kolayca bozulabilir. Bazı yapımcılar, daha büyük çalgılarda görülen bu eksikliği düzeltmek için, ek boruların takıldığı «karşılayıcı sistem» kullanırlar. Daha küçük çalgıların söz konusu olduğu durumlarda, notalar, dudakların geriliminin değiştirilmesiyle düzeltilebilir. Bununla birlikte, orkestra trompetleri bazen, üçüncü valf sürgüsü üstündeki parmak halkasıyla ayarlanır. Böylece çalgının uzunluğu, gerektiğinde çalınırken bile düzeltilebilir.

Kornoda genellikle, birkaç ek valf bulunur. Bu çalgıda üst armonikler, öteki çalgılardan daha çok kullanılır. Ancak, valflar, birbirlerine çok yakın olduğundan, yanlış bir notaya basma oranı yüksektir. Sorun, boruların kısaltılmasıyla çözülür. Böylece, belirli bir perdedeki bir nota, yeni dizilerde daha alt bir armonik olacaktır. Ne var ki, daha kısa çalgıda, kornonun ses renginin güzelliği yok olur.

İkili kornoda bir başparmak valfı, ana borunun bir bölümünü keser ve hava akımını daha kısa valf sürgülerine gönderir. Çalgının iki bölümü, aynı ağızlık ve aynı valflarla çalışır ve bir ortak kalakla sona erer.

Tubanın Sousa tarafından geliştirilmiş bir türü olan «sousafon»lar, sarmal biçimlidir. Çalanın bedenini sarıp omuzuna oturan bu çalgıların bazıları cam lifinden yapılmakta ve ağırlık sorunu çözülmektedir.

Çalgının çalınması sırasında oluşan yoğuşmuş buhar, notaları olumsuz yönde etkileyebilir. Çağdaş çalgılarda, en az bir su tuşu bulunur. Su tuşu, yalın bir delik ile ana boruya bağlı bir mil üstünde bulunan bir metal anahtardan oluşur. Tuşa basılınca, delik açılarak, suyun boşaltılmasını sağlar. Bazı kornolarda su tuşu yoktur ve boşaltma, sürgülerin çıkarılmasıyla yapılır.

Ses kısma düzeneği: Bir besteci, ses renginde kesin bir değişiklik düşündüğünde, çalgının sesinin boğulmasını isteyebilir. Ses kısma düzeneği ya da surdin, ağaçtan, liflerden, lastikten, alüminyumdan, pirinçten ya da polistirenden yapılmış bir araçtır. Bu araç, çalgının «kalak»ına takılır. Kuşkusuz, ses kısma düzeneği, sesi kısar; ama çalgıcı daha kuvvetli üfleyerek, kulak tırmalayıcı bir ses çıkarabilir. Ses kısma düzeneği, senfonik müzikten çok, cazda kullanılır.

Solda üstte, Si bemole ve Fa'ya akort edilmiş bir trombon görülmektedir. Ağızlığın hemen yanındaki valfa basılınca akort değişir. Resimde sürgü, bütünüyle kapalı durumdadır.

Solda altta, Fa'ya ve Si bemole akort edilmiş bir ikili korno (temelde bir gövdede iki korno) görülmektedir. Valflardan üçü, değişik notalar çıkarmaya yarar; dördüncüsüyse, genişlikleri değiştirmek için kullanılmaktadır.

Fa'ya ve Si bemole akort edilmiş Fransız kornosu. Çalgı, karşılayıcı ilkesine uygun olarak yapılmıştır. Fa ya da Si bemol gamında çalınmasına göre, hava akımları saptırılmaktadır. Başparmak valfına basılınca korno, Si bemolden Fa'ya değişir. Resimde ilk parmak valfı açık gösterilmiştir. Mavi oklar, Fa'ya ayarlı hava akımını, kırmızılarsa Si bemole ayarlı hava akımını göstermektedir.

NEFESLİ ÇALGILAR, TAHTA

Bütün nefesli çalgıların ortak özelliği, bir kapalı hava sütununun harekete geçirilmesidir. Bu sütunun biçimi ve çalgının yapılmış olduğu madde, çalgının ses rengini etkiler. Buna karşılık, ses perdesi, borunun uzunluğuyla doğrudan orantılıdır.

Belirli uzunluktaki bir boru bir tek perde üretecektir, ama üfleme hızı ve dudak biçimi değiştirilerek, daha yüksek armonikler ya da parça titreşimleri elde edilebilir. Yüksek armonikler ve temel ses, çalgının doğal tonlarını oluşturur. Borunun alt ucu kapatıldığında, temel ses bir oktav düşer ve yalnızca kesirli parça titreşimleri elde edilebilir. Çağdaş tahta nefesli çalgılar, doğal diziler arasındaki birçok perdeyi çalabilecek biçimde yapılmıştır. Bu, çalgı üstündeki deliklerin parmak ya da tuşla kapatılarak, borunun boyunun kısa bir süre için kısaltılmasıyla yapılır. Bütün delikler kapandığında, çalgı, temel sesini verir. Delikler açıldıkça, hava sütununun akustik boyu kısalır ve ses perdesi yükselir.

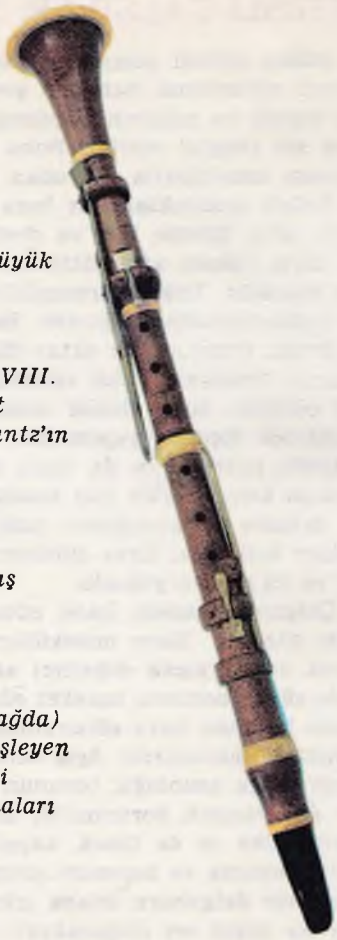
Çalgının içindeki hava sütunu, boruya paralel yönde titreşir. Hava molekülleri de, yoğunluğun en yüksek ve en alçak değerleri arasında salınacak biçimde, sütun boyunca hareket ederler. İki ucu açık bir boruda bulunan hava sütununun uçları, en düşük yoğunluktaki noktalardır. Açık borudaki temel perde tonunun dalga uzunluğu, borunun uzunluğunun iki katıdır. Öte yandan, borunun bir ucu kapalıysa, açık uçta bir halka ya da ilmek, kapalı uçtaysa bir düğüm (nod) oluşacak ve borunun uzunluğunun dört katına ulaşan bir dalgaboyu ortaya çıkacaktır (ve bir oktav altta bir temel ses oluşacaktır); çünkü hava sütunu, kendisine çarpıp, geri gelecektir. Hava sütunu, titreşen bir yay gibi yalnızca bütünüyle titreşmekle kalmaz, kendi uzunluğu boyunca parçalar halinde de titreşir ($\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, vb.) ve armonikleri oluşturur. Açık boru, bütün armonikleri üretir

Nefesli çalgılarda göze çarpan bir başka özellik, duyulabilir farklılık ya da çatışma sesleridir. Bunlar, hava sütunundaki frekans titreşimlerinin birbirine karışmasıyla ortaya çıkar. Çalgının sesi ne kadar temizse, çatışma sesi o kadar belirgin olur.

Tahta nefesli çalgılar iki sınıfa ayrılır: Flütler; kamışlı çalgılar.

Eski panflütler (sağda üstte), bazı bölgelerde hâlâ kullanılmaktadır. Resimde görülen Sicilyalı çalgıcılar, org borularına benzer bir dizi kamışın birbirine bağlanmasından oluşmuş panflütler çalmaktadırlar.

Üç obua. (sağda altta) Soldan sağa doğru: 1710'lardan kalma tek dokunaklı tür; bir Hint obuası (sesi Batı obuasından daha boğuktur); XIX. yüzyıl sonlarından kalma bir obua (çağdaş obuada olduğu gibi halka dokunakları bulunmaktadır).



Prusya imparatoru Büyük Friederich,amatör flütçüydü. Resimde (solda) fildişinden yapılmış flütleri ve XVIII. yüzyılın tanınmış flüt ustalarından J.J. Quantz'ın onun için hazırlamış olduğu, parmakları kullanma yöntemini gösteren bir çizim görülmektedir. Çağdaş flütler, metalden yapılmaktadır.

1810'dan kalma altı dokunaklı klarnet. (sağda) Eski klarnetlerin içe işleyen bir sesi vardı ve askeri bandolarda kullanılmaları yasaktı.

Flütler: Flüt çalan kişi nefesini, borunun kapalı ucunun yanında bulunan deliğin öteki kenarına doğru yöneltir. Bu kesiksiz kenar, deliğin üstünde ve altında bir girdaplı hava akımının doğmasına neden olur. Çağdaş flütler *yan üflemeli*dir. Çalgıcı, ağızlık aracılığıyla, karşıt kenara doğru giden havanın yönünü denetleyebilir. Flütün bazı türlerinde, borunun öteki ucu, *kaval*da olduğu gibi açıktır. Çığırtmaları (recorder) da içeren *flajole* (en yüksek sesli flüt) ailesinde, yapay bir delik bulunur. Bu delik, ayrı bir parça oluşturan «baş»tadır. Delik ya da hava yolu, havayı, eğimli kenara doğru yönlendirir.

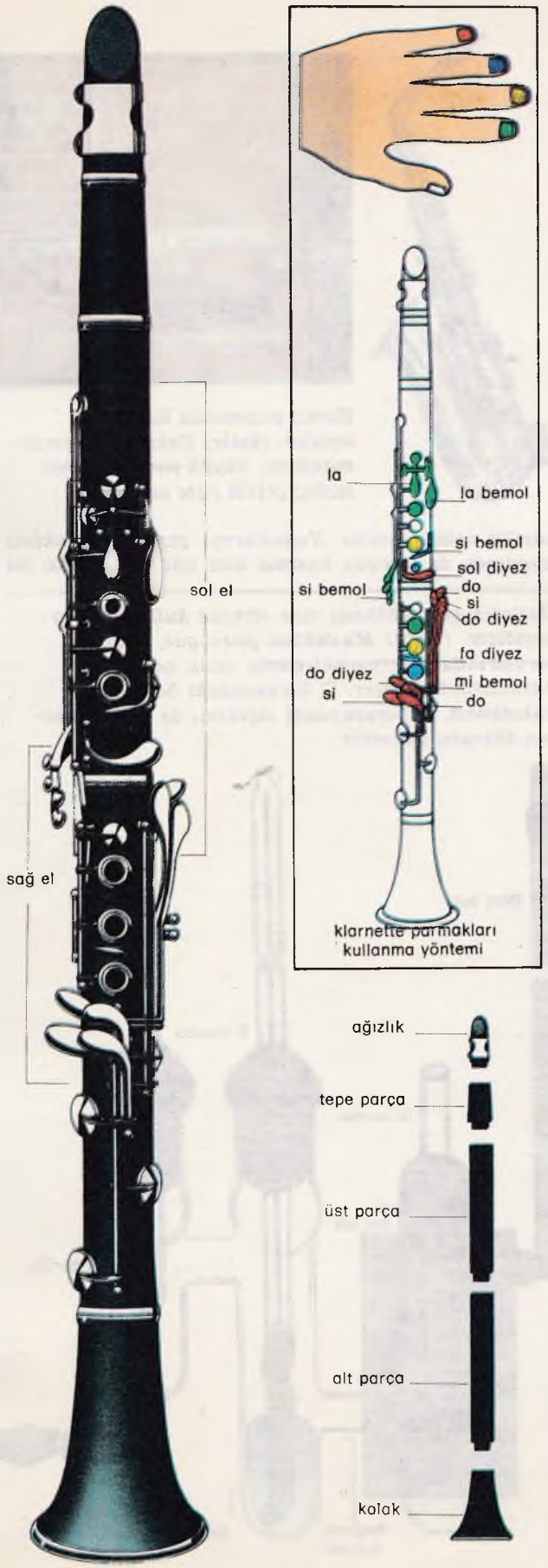
Flütlerin ses perdeleri, borunun uzunluğuna ve hava sütununun hızına bağlıdır. Hava sütununun hızı yeterince artırıldığında, çalgı, asıl sesinden daha yukarda bir ses verir. Aşırı üflemede, titreşimler hava sütununun yarı boyuna inerek, temel sesin bir-iki oktav üstünde notalar yaratırlar.

Flütlerin genellikle altı ya da yedi deliği vardır. Bu özellik, diyatonik dizide çalınmalarına olanak verir. *Çatallı çalış*la başka yarım perdeler de elde edilebilir. Bu çalış biçiminde, kullanılan parmağın üstünde, kaldırılmış durumda bir başka parmak yeralır. Çalgı en pes notanın beş nota üstünden, üçüncü armoniği seslendirebiliyorsa, bir oktav çalmak için, gerçekte üç delik yeterlidir. Üç delik ve ucu açık boru ilk dört notayı, üçüncü armonikleri ve daha sonraki dört notayı çalabilir. Böylece, sekiz notalı dizi elde edilmiş olur (bu yöntem, eski Mısır düdüklerinde de kullanılırdı). Kapalı flütün temel sesi, aynı uzunluktaki açık flütten bir oktav aşağıdadır.

Kamışlı çalgılar: Kamışlı çalgılarda, çalgıcının nefesi, kamışı titreşime sokarak, bir dalga oluşturur. Kamışlı çalgılar, ya tek başlarına (klarnette olduğu gibi) ya da çiftler halinde (obua, bason) kullanılabilirler.

Tek kamışlı çalgılar, eskiden, ucu kapalı bir şeker-kamışı ya da bambu çubuğunun kenarına, titreşebilecek bir parçanın (dilim) kesilmesiyle yapılırdı. Bu yöntem günümüzde, halk müziği çalgıları yapanlar tarafından hâlâ kullanılmaktadır. Bir başka yöntemse, ayrı bir kamış parçası alıp, bunu bir delik oluşturacak biçimde borunun ucundaki açıklığın üstüne bağlamaktır. Bu deliğin ya da yarığın bir yanı (kamış) titreşmeye elverişlidir. Tek kamışlı çalgılar genellikle silindir biçimlidir (klarnet). Bunlar, temel sesin, çalgı uzunluğunun gerektirdiğinden bir oktav aşağıda olması ve yalnızca kesirli sayılı armoniklerin oluşması nedeniyle, kapalı uçlu flütlerle eşdeğerlidir. Kamış, kapalı uçlu flüte benzer; ama kapalı uç, çalma deliklerinin üstünde olduğundan, flütteki parmak deliklerini yerleştirme sorunları burada yoktur.

Çift kamışlı çalgılar, eskiden, taze kesilmiş bitki sapının bir ucunun sıkıştırılmasıyla yapılırdı. Böylece kamış üflendiğinde açılıp kapanacak dar bir delik ortaya çıkardı. Bu tür çalgıların en eski örneği, eski Yunan *aulos*larıdır. Ortaçağ'dan sonra, çift kamışlı çalgılarda, ağızlığın destek parçası (kamışı borunun üstünde tutan parça), «zımba» adı verilen kısa bir metal boru haline geldi. Çift kamışlı çalgı, kamışın ikiye bükülmesinden ve bu bükülü ucun zımbayla bağlanmasından oluşur. Koni biçimli borularla, açık uçlu flütlerde olduğu gibi, ikinci ve üçüncü armonikler elde edilebilir.Çift kamışlı çalgıların delikleri dar olduğundan, çalgıcı, havayı çok dar bir ağızlıktan üf-



Boehm klarneti. (solda) Klarnet ilk kez XVIII. yüzyılın başlarında yapıldı. Parmakları kullanmanın iki yöntemi vardır. Yalın sistem ya da Albrecht sistemi, artık Almanya dışındaki yerlerde kullanılmamaktadır. Almanya'daysa çalgı, yardımcı dokunaklarla çalınır. Boehm sistemi, 1844'te Paris'te ortaya çıkarılmıştır. Sağ küçük parmak için dört ya da beş dokunağı vardır.

Bason ikiye bükülmüş, böylece aşırı uzun olması önlenmiştir. (altta) Düz olsaydı, boyu 2,53 metreyi bulurdu.

Bir klarnete dokunakların oyulması. (solda) Çağdaş üretim tekniklerine karşın, klarnet yapımında 2 361 işlem vardır.

Saksofon, pirinçten yapılmış olmasına karşılık, bir tahta nefesli çalgıdır. (sağda) Klarnette olduğu gibi, tek kamışı vardır.

Kamış yapımında kullanılan araçlar. (üstte) Çakı; biçim verici; mandren; büyük parça kesicisi; sicim; çeşitli çifte kamışlar.

lemek zorundadır. Obua ailesine ayırt edici ses rengini veren, kamıştır; ama klarnette, yumuşak tonu ve geniş diziyi, silindir biçim sağlar.

Saksofonlar, pirinçten yapılmış tek kamışlı «tahta nefesli» çalgılardır. Koni biçimlidirler. İnsan sesine benzerlikleri, saksofon ailesini, özellikle caz ve pop müziklerinin vazgeçilmez çalgıları haline getirmiştir.

Orkestrada tahta nefesli çalgılar: Çağdaş orkestralarda yeralan tahta nefesli çalgılar şunlardır: Flüt; pikolo; obua; İngiliz kornosu; klarnet; bas klarnet; bason; çifte bason.

Orkestrada her çalgıdan iki tane bulunur. Bunlardan biri normal çalgı, öteki de bas uyarlamasıdır (önem bakımından ikinci). Örnek olarak obua ve İngiliz kornosu (bas obua) gösterilebilir. Ama flütün ikincil önemdeki eşi pikolo, daha yüksek perdeden ses verir. Flüt ve pikolonun bir başka kuraldışı özelliği, bunların kamışsız çalgılar olmalarıdır. Yalnızca klarnet ve bas klarnet, silindir çaplı kamışlı çalgılardır ve tek bir kamışları vardır. Geri kalan çalgılar, çift kamışlıdır. Klarnet, bas klarnet, pikolo, İngiliz kornosu ve çifte bason, «perde değiştirici çalgılar» diye nitelenir; çünkü çıkardıkları nota, çalgıcının okumakta olduğu nota değildir.

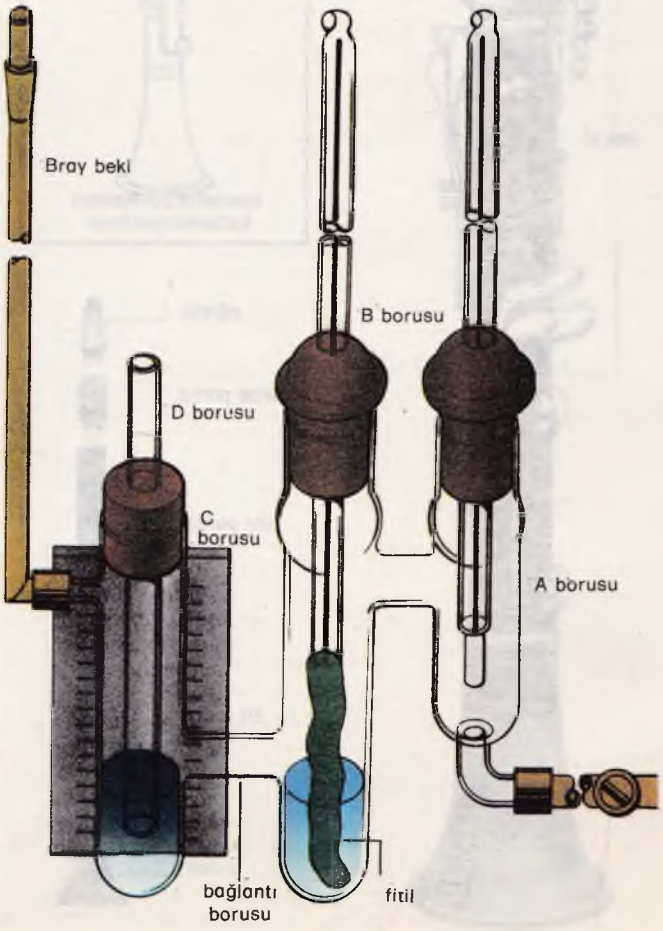
Tahta nefesli çalgıların birlikte çalınmalarına en açık örnek, Çaykovski'nin dördüncü senfonisinin üçüncü bölümündeki, değişik çalgı grupları için yazılmış antifonal (birbirini izleyen sesler) bölümüdür.

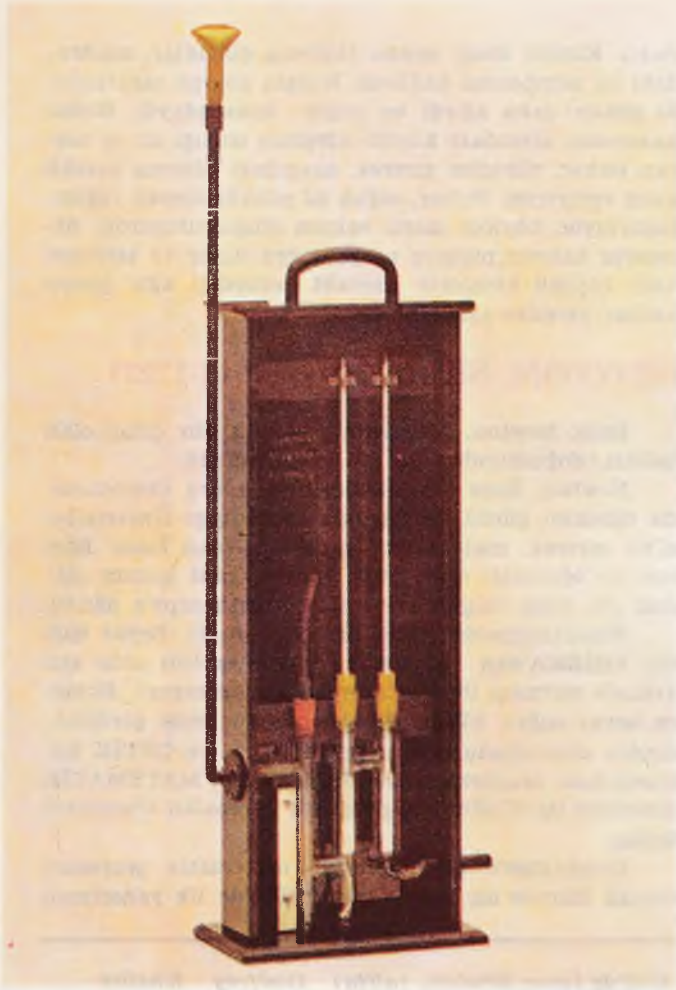
NEMÖLÇER

Nemölçer (higrometre), nemi, yani havadaki su buharı miktarını ölçen bir aygıttır. İlk nemölçer, Leonardo da VİNCİ tarafından yapılmış, emdiği neme göre ağırlaşan bir yün yumağının ağırlığını ölçerek çalışan Vinci aygıtından bu yana, pek çok nemölçer geliştirilmiştir.

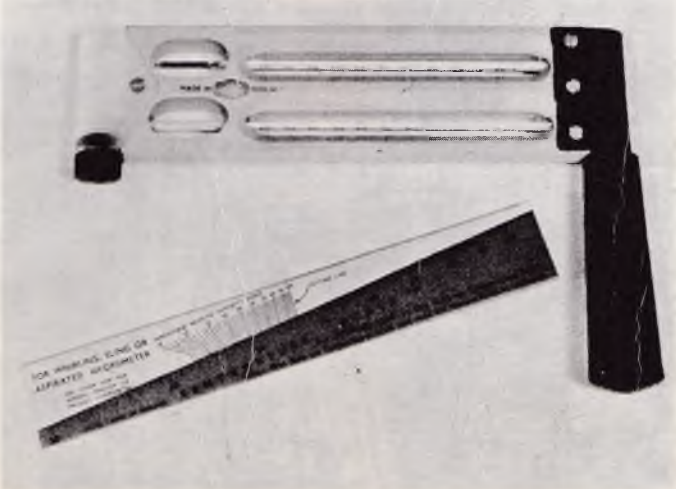
Buharlaşma yöntemiyle nem ölçümünde, iki termometrenin ölçtüğü sıcaklık farkından yararlanılır. Bunlardan birinin haznesi, ıslak bir fitil aracılığıyla sürekli nemli tutulur. *Yoğuşturma* ya da *çiğ noktası aygıtında* da, birinin haznesi eter içinde bulunan iki

Gazların çiğ noktasını elde etmede kullanılan bir nemölçer. (altta) Musluktan giren gaz, A ve B borularındaki termometrelerin ıslak ve kuru haznelerinden geçer. C borusundaki basınç yükselmesi, D borusundaki ölçekten de okunabilen sıvı düzeyini yükseltir.





Yaş ve kuru hazneli eski bir nemölçer. (üstte) Bu aygıt, şehir gazındaki su buharı miktarını ölçmede kullanılır, gazın çiğ noktası, hazneden gaz geçirilerek, iki termometrenin karşılaştırılması sonucu ortaya çıkarılırdı.
Fırıldaklı nemölçer. (altta) Aygıtın bir «kaynana zırıltısı» gibi çevrilmesiyle, yaş ve kuru haznelerin ikisinden de eşit miktarda havanın geçmesi sağlanır.



termometre kullanılır. Eter, içinden hava geçirilerek, buharlaşmayla soğutulur. Kabın dışında yoğuşmanın oluştuğu derece, ikinci termometrenin sıcaklığıyla karşılaştırılır.

En yaygın kullanılan nemölçerler, Leonardo da Vinci'nin ilkesine, yani bazı organik maddelerin nemi kolayca emmesi ilkesine göre hazırlanmıştır. «*Nem çekici (higroskopik) maddeler*» adı verilen bu maddelerin en çok kullanılanı, insan saçıdır. Saçın uzunluğu, nemi emdikçe değişir. Bu değişiklik büyütülüp bir grafiğe geçirilir.

Belirli amaçlara göre değişik nemölçerler geliştirilmiştir. Atmosferin üst tabakalarını incelemede kullanılan nemölçerlerde, lityum klorür gibi maddeler kullanılır. Bunların elektriksel dirençleri, nem emdikçe değişir. Söz konusu değişiklikler ölçülerek, nem oranı saptanır. Donma noktalarının altındaki derecelerde, yoğuşma ve buharlaşma yöntemleri kullanılamaz. Bu durumda, ELEKTROMAGNETİK tayfta su buharının ışınım soğurma miktarını saptayan bir tayfçizer (spektrograf) kullanılabilir. Güneş sisteminin uzak bölgelerinde var olduğu sanılan düşük nemi ölçmek içinse, ELEKTROLİZ ilkesiyle çalışan nem pilleri içeren aygıtlar geliştirilmektedir. Bunlarda, ortamın direncinden çok, iletkenliği ölçülür. Ancak, en etkili yöntem, havadan nem çeken kimyasal bir maddeyi tartmaktır.

Bir gazın ısıl iletkenliğindeki değişikliklerinden, KONDANSATÖR'ün empedans değişikliklerinden ya da bir piezoelektrik billurun (Bk. PİEZOELEKTRİK MALZEMELER) frekans değişikliklerinden yararlanan başka nem ölçme yöntemleri de vardır.

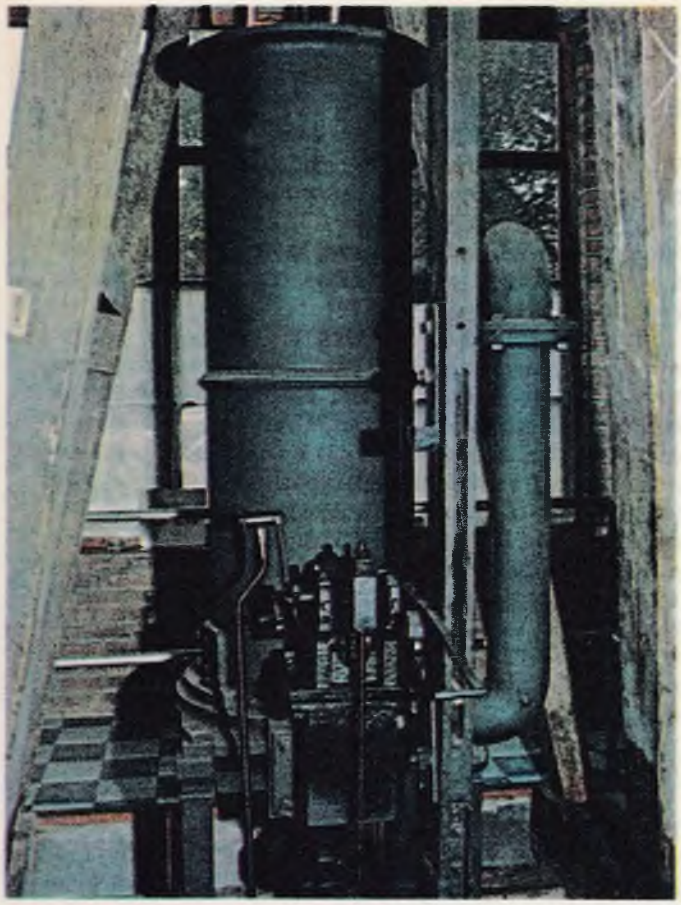
Nemölçerler, meteoroloji ve uzay çalışmalarının yanı sıra, GERİ BESLEME denetimiyle havalandırma yapılan yerlerde ve endüstrideki denetim işlemlerinde de kullanılır.

Nem ölçümleri: Atmosferdeki nem, ortamda belirli bir anda var olan su buharı basıncının, aynı sıcaklıkta *doymuş* su buharı basıncına oranıyla belirlenir. Buna «*bağıl nem*» denir ve yüzde (%) cinsinden belirtilir. Aynı sıcaklıktaki doymuş havanın birim hacmindeki su buharı ağırlığından da yararlanılabilir. Çiğ noktasındaki doymuş buhar basıncı, deney sıcaklığındaki sıvı-buhar basıncına eşittir. Bu nedenle, bağıl nemin hesaplanmasında, yoğuşma noktası (belirli bir atmosfer basıncında suyun yoğuştuğu sıcaklık derecesi) kullanılabilir. Değişik sıcaklık derecelerinde doymuş buhar basıncını veren çizelgelerle, bağıl nem saptanır.

NEON LAMBASI Bk. DEŞARJ TÜPÜ

NEWCOMEN, THOMAS (1663-1729)

İlk buhar makinası, James WATT değil, Thomas Newcomen tarafından bulunmuştur. Newcomen'ın yaşamı konusunda elde pek bilgi yoktur. Gençliğinde



Newcomen makinasının günümüze ulaşan tek örneği. Resimde, kirişin bir ucunda bulunan 56 cm çapındaki büyük silindir görülmektedir.

çırak olarak çalıştığı, 1685'te de nalburluğa başladığı sanılmaktadır.

1690'da Denis PAPİN, Fransa'da, buhar gücünün, bir silindir içindeki pistonun hareketini sağlayabildiğini gösteren küçük bir model yaptı. Birkaç yıl sonra Kaptan Thomas Savery, buharla çalışan bir tulumba gerçekleştirdi. Bu aygıt, bir açıdan başarılı olmasına karşılık, gerçek bir buhar makinası değildi, çünkü karşılıklı çalışan bir pistonu yoktu. Bununla birlikte, Savery'nin 1698'de aldığı atmosfer basınçlı makina patenti, Newcomen'ın çalışmalarına gölge düşürebilecek nitelikteydi. 1705'te Newcomen ve Calley, Savery'ye ortak oldular.

İlk buhar makinası 1712'de yapıldı. Newcomen, çalışmaları sırasında, Devon ve Cornwall kalay madenlerini gezdi. Maden ocaklarındaki suyun dışarı pompalanması için bir güç kaynağı gerektiğini düşündü.

Newcomen, kubbe biçimli bir buhar kazanının üstüne, dikey olarak büyük bir silindir yerleştirdi. Silindirin içinde, aşağı-yukarı hareket eden bir piston vardı. Piston, makina dairesinin yüksek bir yerine yerleştirilmiş bir tahterevalli kirişe zincirle bağlanmıştı. Kirişin öteki ucuna takılmış çubuklar, madendeki su pompasına bağlıydı. Kirişin pompa tarafındaki piston daha ağırdı ve düşey konumdaydı. Buhar kazanının altındaki kömür ateşinin ısıttığı su ve oluşan buhar, silindire girerek, aşağıdaki pistona gerekli gücü veriyordu. Buhar, soğuk su püskürtülerek yoğunlaştırılıyor, böylece kısmi vakum oluşturuluyordu. Atmosfer basıncı, pistonu aşağı doğru itiyor ve tahterevalli biçimli kirişlerin hareket ettirdiği ağır piston kolları, yeniden aşağı iniyordu.

NEWTON, SİR İSAAC (1642-1727)

İsaac Newton, 1642 yılında doğdu. Bir çiftçi olan babası, doğumundan üç ay önce ölmüştü.

Newton, önce köy okullarında, sonra Grantham' da öğrenim gördü. 18 yaşında Cambridge Üniversitesi'ne girerek, matematik profesörü olan İsaac Barrow'un öğrencisi oldu. 1665 yılında, yani mezun olacağı yıl, veba salgını nedeniyle Woolsthorpe'a döndü.

Woolsthorpe'da ışıkla deneyler yaptı. Beyaz ışığı bir PRİZMA'dan geçirerek, renk tayfını elde etti («tayf» terimini ilk kez Newton kullanmıştır). Böylece beyaz ışığın, bütün renklerin aynı anda görülmesinden oluştuğunu ortaya koydu. IŞIK ve OPTİK konusundaki araştırmalarını sürdürürken, MATEMATİK alanında da düşünceler geliştirdi ve analizi (calculus) buldu.

Cambridge'e döndüğünde matematik profesörü olarak Barrow'un yerine geçti. 1672'de ilk yansıtmalı

1702'de İsaac Newton. (altta) Godfrey Kneller tarafından yapılan bu portrede, Newton, 40 yaşındayken görülmektedir.

TELESKOP'unu yaptı ve Royal Society'ye üye seçildi. Optik konusundaki çalışmalarını içeren bir çalışma yayınladı. Işığın tanecik yapısını açıklayan bu yapıt, Robert Hooke'un dalga kuramına ters düşüyordu. Gerçekte, iki kuram da belirli açılardan doğruydu (Bk. KUVANTUM KURAMI); ama Hooke ile Newton arasındaki tartışma yıllar sürdü.

Newton'un hareket ve yerçekimi yasalarını özetlediği DİNAMİK konusundaki çalışmalarını açıklayan *Principia* (İlkeler) 1684'te, *Opticus* (Optik) ise, 1704'te yayınlandı. Newton, dinbilim, SİMYA ve eski uygarlıklar konusundaki çalışmalarla da uğraştıysa da, bu konulardaki çalışmaları, günümüzde unutulmuştur.

NEWTON YASALARI

İsaac Newton, bilimin çeşitli dallarında yaptığı öncü çalışmalar sonucu, birçok temel FİZİK yasasını ortaya koymuştur. Bilimsel yasalar, değişik deneylerin sonuçlarını açıklayabilen genel bildirilerdir. Bu genellemeler, benzer deneylerden ne sonuç alınacağının önceden kestirilebilmesini sağlar.

DİNAMİK'in temel ilkeleri Newton'un üç hareket yasasında özetlenmiştir.

Hareket yasaları: Newton'un birinci yasası şöyledir: *Hareket halindeki bir kütle, dıştan bir kuvvet etkilemedikçe, bir doğru boyunca ve değişmez bir hızla hareket etmeyi sürdürür.* Dünya üstünde hareket eden

---

Newton'un kütle çekimi çalışmalarına, ağaçtan düşen bir elmanın verdiği esinle başladığı söylenir. Bu gözlemden yola çıkan Newton, elmayı Dünya'nın merkezine çeken kuvvet ile Ay'ı yörüngesinde tutan kuvvetin aynı olduğu yargısına ulaşmıştır. Düşünce alanındaki bu dev sıçramanın geçerliliği, 300 yıl sonra Apollo Ay yolculuğuyla kanıtlanmıştır.

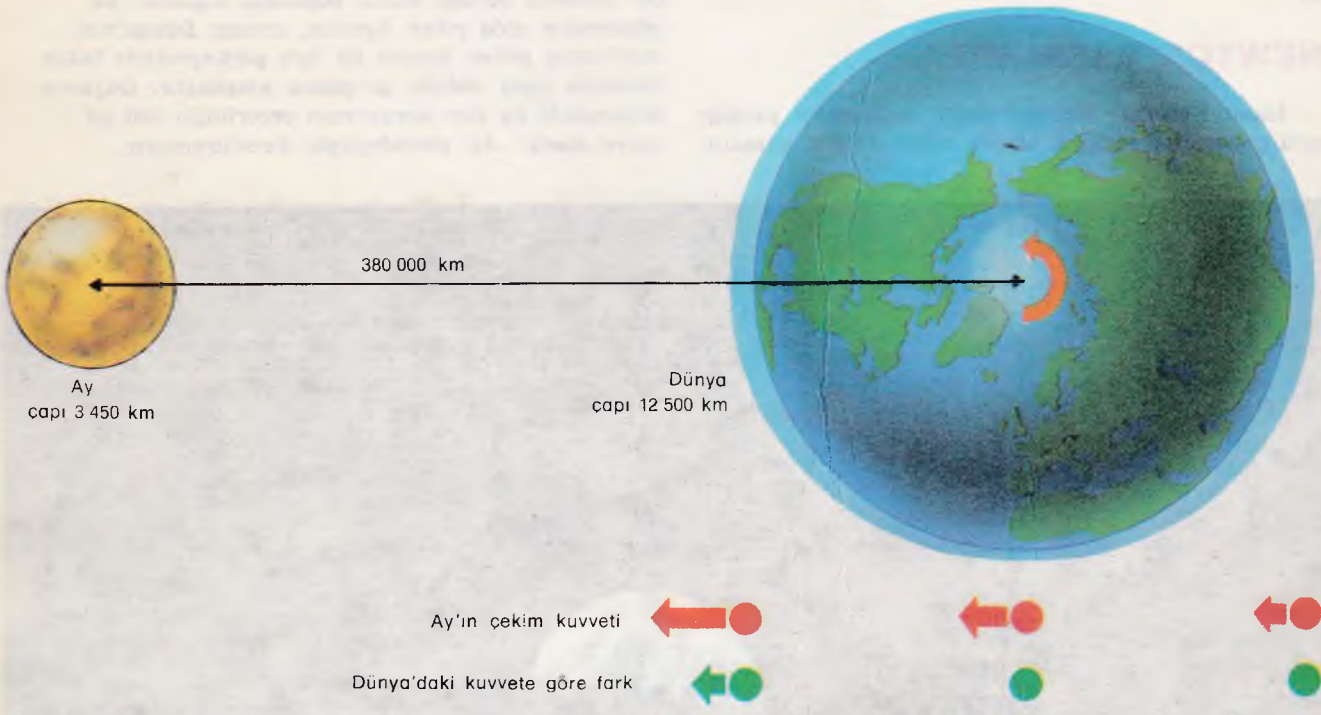
cisimler, zamanla yavaşlayıp, en sonunda durduklarından, bu yasanın doğruluğu hemen anlaşılamaz. Oysa bu hareketli kütleleri, bir dış kuvvetin (sürtünme, hava direnci gibi) etkilemesi söz konusudur.

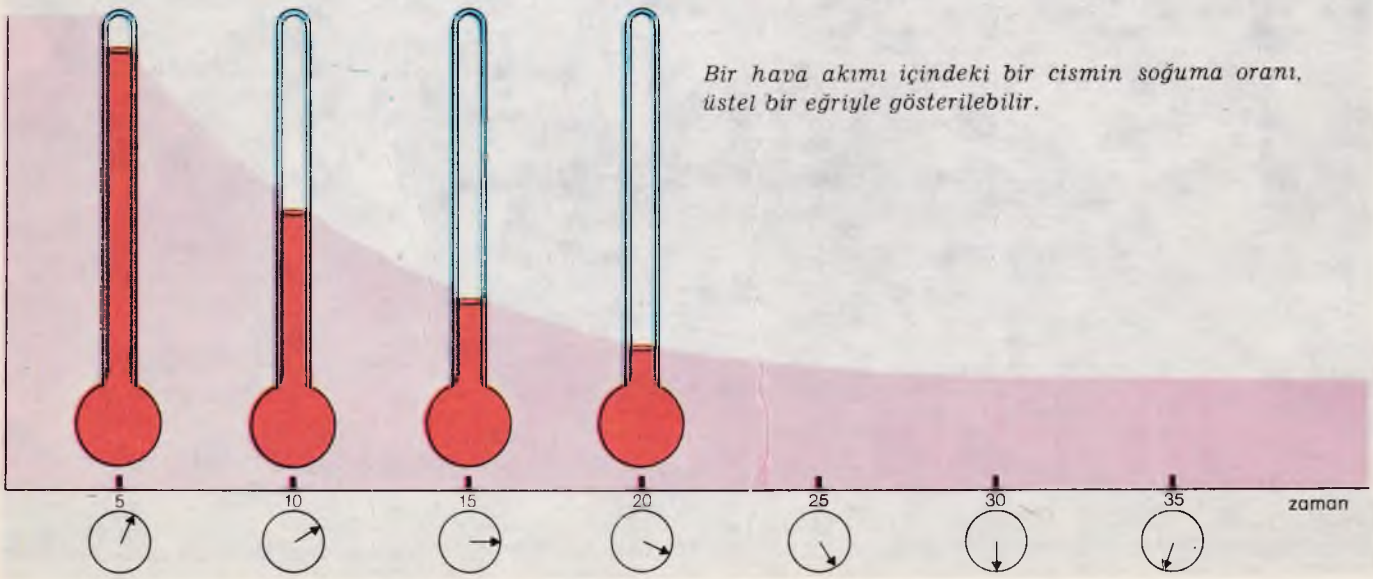
Bir cisme kuvvet uygulandığında ne olacağı, Newton'un ikinci yasasında açıklanmıştır: *Eğer bir kütleye bir kuvvet uygulanırsa, momentumdaki değişme miktarı, kuvvetin şiddetine eşit olacaktır.* Momentum, bir cismin kütlesi ile hızının çarpımına eşittir. Buna göre, Newton'un ikinci yasası şöyle de dile getirilebilir: *Bir kütleye etkiyen kuvvet, cismin kütlesi ile kazandığı ivmenin çarpımına eşittir; yani kuvvet = kütle x ivmedir.* Bu yasaya göre, aynı büyüklükteki iki kuvvet, farklı kütlelerde iki cisme uygulanırsa, kütlesi küçük olan cisim, büyük olana oranla daha çok ivme kazanır.

Üçüncü yasa, *her etkinin, kendisine eşit ama ters yönde bir tepki oluşturduğunu* belirtir. Sözgelimi, döşeme üstünde duran bir sandalyenin ağırlığı, döşeme-

---

Kütle çekimi yasasına göre, yeryüzündeki denizler elips biçimi bir görünüm kazanır. Buna karşılık, karaların oluşturduğu küre, aynı değişikliği göstermez. Bu etkiler sonucu, denizlerde gelgit olayı ortaya çıkar. (altta)





Bir hava akımı içindeki bir cismin soğuma oranı, üstel bir eğriyle gösterilebilir.

nin ters yönde gösterdiği bir tepkiyle dengelenir. Böyle olmasaydı, ikinci yasaya göre sandalye, yerin merkezine doğru giderek hızlanan bir ivme kazanırdı.

Hareketsiz bir paten üstünden yere atlamaya çalıştığımızda, üçüncü yasanın doğruluğunu anlarız. Çünkü, henüz ayağımız yere değmeden, paten, ters yönde hareket etmeye başlar.

Bir roketin hareketi, bütün hareket yasalarını yansıtır. Yerde hareketsiz duran ya da uzayda değişmez bir hızla ilerleyen roket, Newton'un birinci yasasına uyar. Roketin motoru çalıştığında, yanma odasından hızla çıkan gazların oluşturduğu kuvvet, gene yanma odasında, karşıt yöndeki bir tepkiyle dengelenir. Araca hareket kazandıran kuvvet, bu tepkidir. Bu iki kuvvet (etki ve tepki), eşit olmalı ve karşıt yönlerde uygulanmalıdır (3. yasa). Roketin kütlesi, yanan gazınkinden çok daha büyük olduğu için, araç, gazın fışkırma hızına oranla çok daha yavaş bir hızla hareket etmeye başlar (2. yasa).

Kütle çekimi: Newton'un kütle çekimi yasası, iki kütle arasındaki çekim kuvvetinin, kütlelere ve aralarındaki uzaklıklara göre nasıl değiştiğini tanımlar: Her cisme uygulanan kuvvet, iki kütle ile *evrensel çekim değişmezi*nin çarpımının, kütleler arasındaki uzaklığın karesine bölünmesiyle bulunur. Newton, çekimin kökenini açıklayamamıştı. Oysa Einstein'ın genel GÖRECELİK kuramıyla (1915), büyük kütleler çevresinde uzayın geometrisinin değiştiği ortaya konmuştur. Görecelik kuramına göre, iki nokta arasındaki en kısa yol, düz bir doğru değildir. Newton'un birinci yasasındaki «doğru» sözcüğü yerine «en çabuk yol» (jeodezik) sözcüğünü yerleştiren Einstein, birinci hareket yasasının, kütle çekimi için de doğru olduğunu kanıtlamıştır. Bununla birlikte, Newton'un ikinci ve üçüncü yasaları, üç yüz yıldır geçerliliklerini korumaktadırlar.

Soğuma: Newton, soğumakta olan sıcak kütlelerle yaptığı araştırmalar sonucu, soğuma yasasını da bulmuştur. Soğuma yasasına göre, *soğuma hızı, cisim ile çevresi arasındaki sıcaklık farkıyla orantılıdır.* Soğuma hızı, kütlenin sıcaklığının düşme hızıyla ölçülür. Dolayısıyle, çevreye göre çok yüksek sıcaklıkta bulunan bir cisim, başlangıçta hızla soğur. Sıcaklık azaldıkça, soğuma hızı da yavaşlar. Bu tür bir sıcaklık azalması, *üstel* bir değişimdir (Bk. LOGARİTMA). Gerçekte cismin sıcaklığı, ortamın sıcaklığına yaklaşır, ama eşit olamaz.

NİEPCE, JOSEPH NİCÉPHORE (1765-1833)

Joseph Nicéphore Niepce ve ağabeyi Claude Niepce, 1807 yılında, bir İÇTEN YANMALI MOTOR'un patentini aldılar. Akarsularda çalışan gemiler için tasarlanan bu motor, çok iyi çalışıyordu; ama Claude Niepce'nin bütün çabalarına karşın, bu buluştan yararlanmak isteyen herhangi bir üretici bulunamadı. Nicéphore Niepce ayrıca, tek başına çok önemli bir başka buluş gerçekleştirdi: Helyografi.

Nicéphore Niepce'nin 1800 yıllarında yapılmış bir portresi. (üstte)
Niepce'nin aldığı ilk kalıcı fotoğraf örneklerinden biri. (altta) 1827'den kalma bu resim, Niepce'nin penceresinden çatıların görünüşünü sergilemektedir. Sekiz saatlik poz süresi içinde güneşin yer değiştirmesi, ışıkların garip biçimler almasına neden olmuştur.

Taşbaskıyla (litografi) ilgilenen Nicéphore Niepce, 1816 yılında, oyulacak desenleri ışığa duyarlı plakalara geçirmek için çalışmalara başladı. Niepce, plakalarını ışığa duyarlı hale getirmek için, önce, güneş ışığı görünce karardığı iki yüz yıldan beri bilinen gümüş tuzlarını kullandı. Ancak, yaptığı deneyler başarısızlığa uğradı. Görüntü, plakanın üstünde beliriyor, ama gerekli anda kararmayı durduracak madde bulunmadığından, plaka bütünüyle kararıp simsiyah hale geliyordu. İki yıl sonra Sir John HERSCHEL, sodyum tiyosülfatın («hiposülfit» ya da «hipo») kararmayı durdurarak görüntüyü «tespit» ettiğini gözlemledi. Ama Niepce, bu buluştan yararlanamadı. Çünkü daha önce, katılaştığında renk değiştirmeyen beyaz Yuda bitümünü kullanmaya başlamıştı. Söz konusu maddeyi kullanarak, 1822'de gravür basmaya yarayan birçok levha yaptı. Buradaki süreç doğrudan bir pozitif işlemiydi. Katı bitüm, beyazlaşarak, metal fon üstünde ışıklı bölgeleri gösteriyordu.

Niepce, gravür işleminde kullandığı bu yöntemden, başka nesnelerin de resmini çıkarmada yararlanabileceğini düşündü. Karanlık odada elde edilen görüntüleri, helyografi yöntemiyle saptamak için çalışmalara başladı. Birkaç yıl sonra, çalışma odasının penceresinden görüntüler elde etti. 1826 yılında da, başarılı denilebilecek bir sonuca ulaştı. Bu görüntü, sekiz saatlik bir poz süresi gerektirmişti. Yuda bitümü ve kurşun-kalay alaşımından yapılmış olan bu görüntüler, modern fotoğrafçılığın gelişmesine katkıda bulunmamakla birlikte, dünyada «doğadan alınan» ilk kalıcı fotoğraflardı.

Bununla birlikte, helyografi, 1829'da Niepce'yle çalışmaya başlayan Louis Daguerre'in elverişli bir işlem geliştirmesine yolaçtı. Ancak, Daguerre'in, gümüşlü levha üstüne çekilmiş fotoğrafı kamu oyuna açıklaması, Niepce'nin ölümünden altı yıl sonra gerçekleşti.

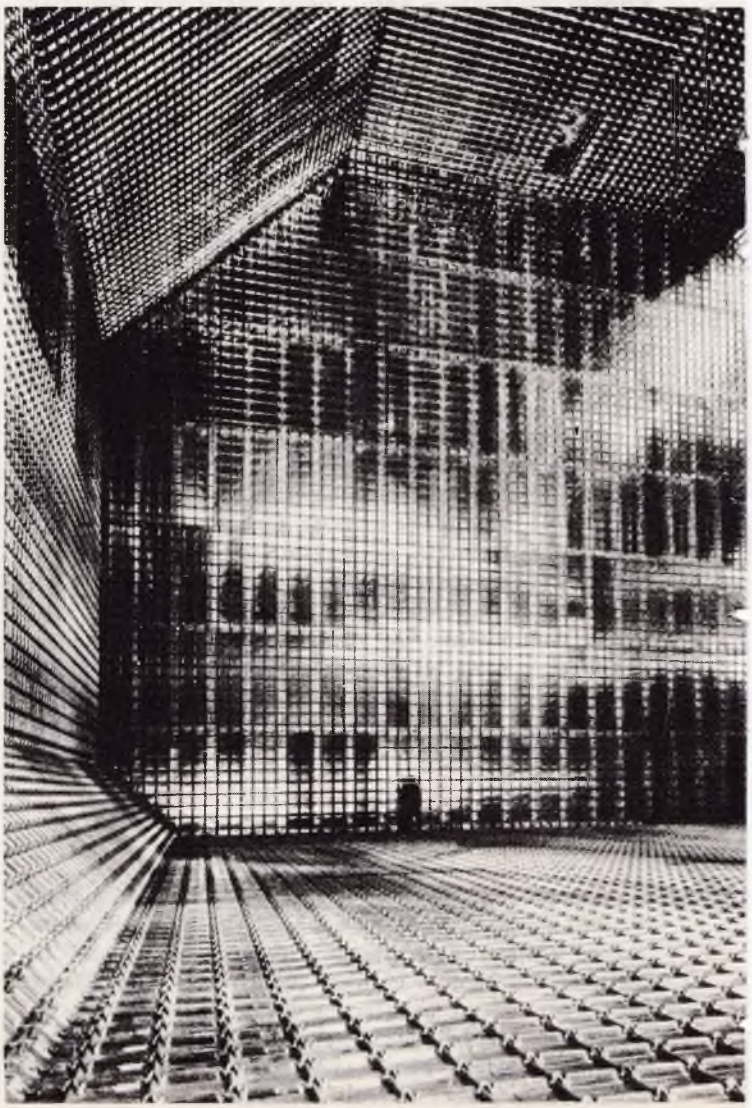
NİKEL

Nikel (simgesi *Ni*, atom numarası 28, atom ağırlığı 58,69), parlak beyaz renkli, aşınmaya karşı dayanıklı bir metaldir. 1 000°C'a kadar mekanik sağlamlığını korur. Demir ve kobalt gibi, ferromagnetik özellik gösterir (Bk. MAGNETİZMA). Üretilen nikelin yarısından çoğu, demirle alaşım yapımında kullanılır. Yüksek sıcaklıkta yükseltgenmeye ve kimyasal etkilere karşı çok dayanıklı olan bu alaşım, üstün nitelikli makinaların yapımına elverişlidir.

Bulunuşu ve elde edilmesi: Dünyanın en zengin nikel yatakları Kanada'dadır. Ontario'da ve Manitoba'da büyük nikel ve bakır sülfür yatakları vardır. Kanada dışındaysa, Yeni Kaledonya'da ve Küba'da, önemli miktarda demir içeren nikel silikat yatakları bulunur.

Nikeli, sülfürlü minerallerinden ayırma işleminin ilk aşamaları, bakırın ayrılması için uygulananlara benzer. Önce maden filizi kırılır ve sülfürleri, yüzdürme yöntemi kullanılarak yoğunlaştırılır. Nikel, demir ve bakır sülfür karışımı, *mat* sülfüre dönüşmesi için eritilir. Mat'ın yalnızca havada kızdırılması işlemiyle nikel elde edilmesi olanaksızdır. Sülfürün tümü kükürt dioksit haline dönüştürülerek uzaklaştırılmadan önce, nikelin büyük bir bölümü yükseltgenir. Bununla birlikte, mat, demir sülfürün, demir okside dönüştürülmesi için kısmen kızdırılır ve demir oksit, bir silikat tuzu biçiminde uzaklaştırılır. Bundan sonra, nikel ve bakır sülfür karışımından oluşmuş erimiş haldeki mat, bir kalıba dökülür. Yavaşça soğutularak, bu iki sülfürün billurları ortaya çıkarılır. Daha sonra billurlar ezilir, yüzdürme yöntemiyle ayrılır ve nikel sülfür sinterleştirilerek, nikel oksit biçimine getirilir.

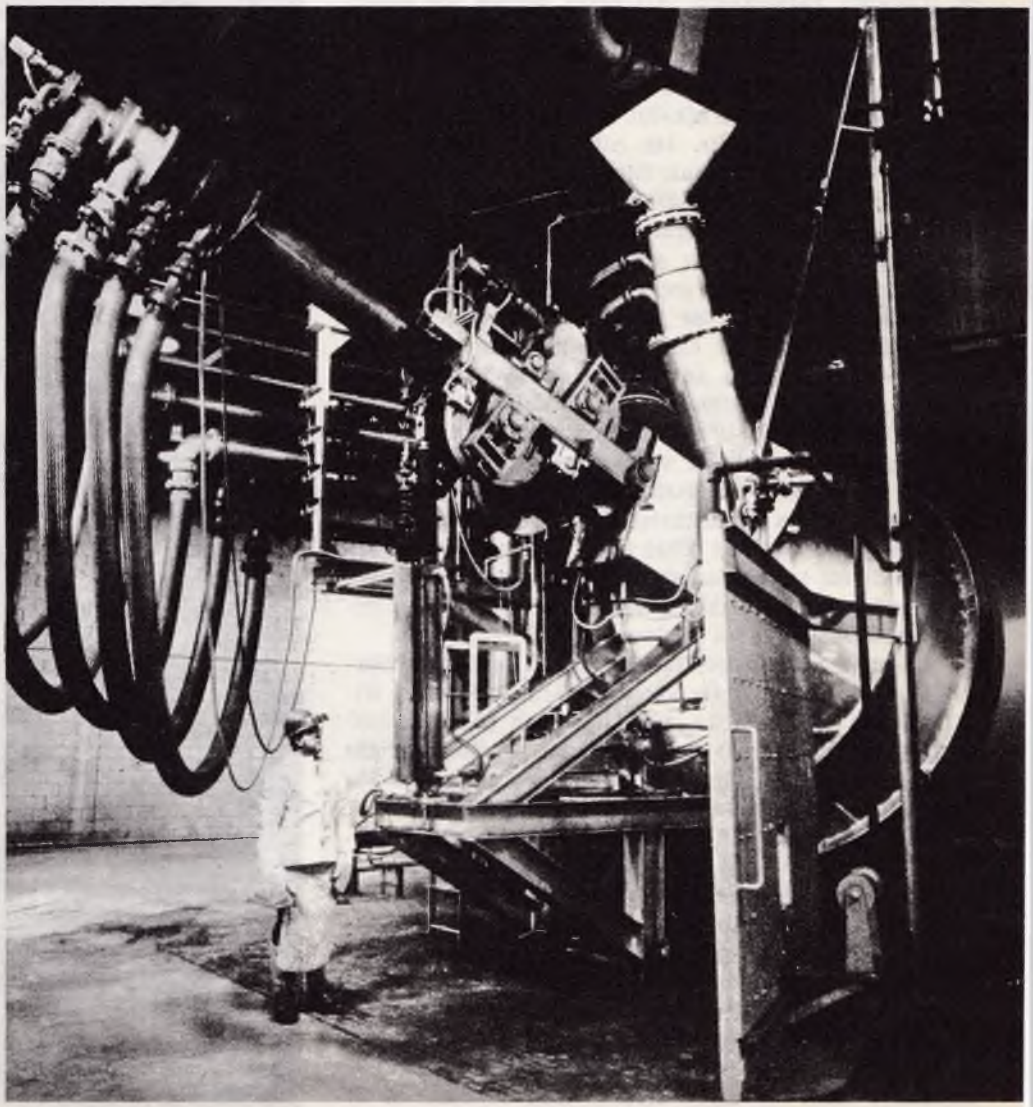
Nikel oksit, kalan bakır sülfatın uzaklaştırılması için, sülfürik asitle işleme sokulur ve üretim gazıyla (hidrojen ve karbon monoksit karışımı) 350°C'ta nikele indirgenir. Nikel, hem elektroliz yoluyla, hem de nikel tozu içinden 50°C'ta üretim gazının geçirildiği Mond karbonil yöntemiyle arılaştırılabilir. Bu yöntemde oluşan uçucu nikel karbonil ($Ni[CO]_4$), bir bozunma kulesinden geçirilerek, 180°C'ta bileşenlerine



Büyük bir gemi kazanının yüksek ısıtıcısı içindeki bir destek. (üstte) Bu destek, eşit oranlarda krom ve nikel içeren bir alaşımdan yapılır ve dört yıldan çok kullanılabilir. Nikelin en çok kullanıldığı alanlardan biri, yükseltgenmeden çok yüksek sıcaklıklara dayanabilen alaşımlardır.

Bir nikel eritme fırını. Resimde (sağda), tepeden oksijen verilen bir dönüştürücü görülmektedir. Ağırlığı 226 tonu bulan fırın, 50 ton mineral alabilir. Isıtma bölümü (resmin sağında), karıştırıcı kazana benzer biçimde yapılmıştır; 40 devir/dakikaya çıkan bir hızla döndürülebilir. Eritilmiş nikel sülfür üstüne, metal nikel elde etmek için oksijen gönderilir.

Sıvı doğal gaz taşımak için kullanılan bir tankerin içi. (solda) Nikel içeren paslanmaz çelik levhalardan oluşmaktadır. Levhalar, sıcaklık arttığı ya da düştüğü zaman, genleşme ve büzülmenin oldukça düşük olacağı biçimde yapılmıştır.



ayrılır ve arı nikel, taneler halinde toplanır.

Nikelin sülfür karışımlarından ayrılmasında kullanılan geleneksel yöntemin yerini, günümüzde *hidrometalürji* yöntemi almaktadır. Söz konusu yöntem, sülfür karışımının, 8,62 bar basınçta NH_4^+ iyonları içeren bir çözeltide çözünebilmesi ilkesine dayandırılır. Demir sülfür, demir hidroksîde dönüştürülür ve öteki erimeyen katılarla birlikte süzülerek uzaklaştırılır. Çözelti kaynatılarak, bakır, bakır sülfür halinde çöktürülür ve benzer biçimde uzaklaştırılır. Nikel, 51,7 bar basınçta ve 150°C'ta çözeltinin hidrojenle işleme sokulmasıyla, metal olarak çöktürülür. Bu yöntem, mineralde bulunan kobaltın da ayrılmasını sağlar.

Kullanım alanları: Dünya üretiminin önemli bir bölümü, aşınmaya karşı, metallerin elektrolizle kaplanmasında (nikelaj) kullanılır. Nikel bazen, kararmayı önlemek ve parlaklık vermek için, ince bir krom tabakasıyla kaplanır. Uzun süre aşınmaya dayanması istenen kaplar, yalnızca nikelden ya da çelikle kaplanmış nikelden yapılabilir. Özellikle metalin zehirli olmamasının önem taşıdığı yiyecek endüstrisinde nikelden yararlanılır. Arı nikel, ayrıca toz halde, doymamış hidrokarbonları margarin gibi katı yağlara dönüştürmede kullanılan hidrojeni etkinleştirmek için, katalizör olarak da kullanılır.

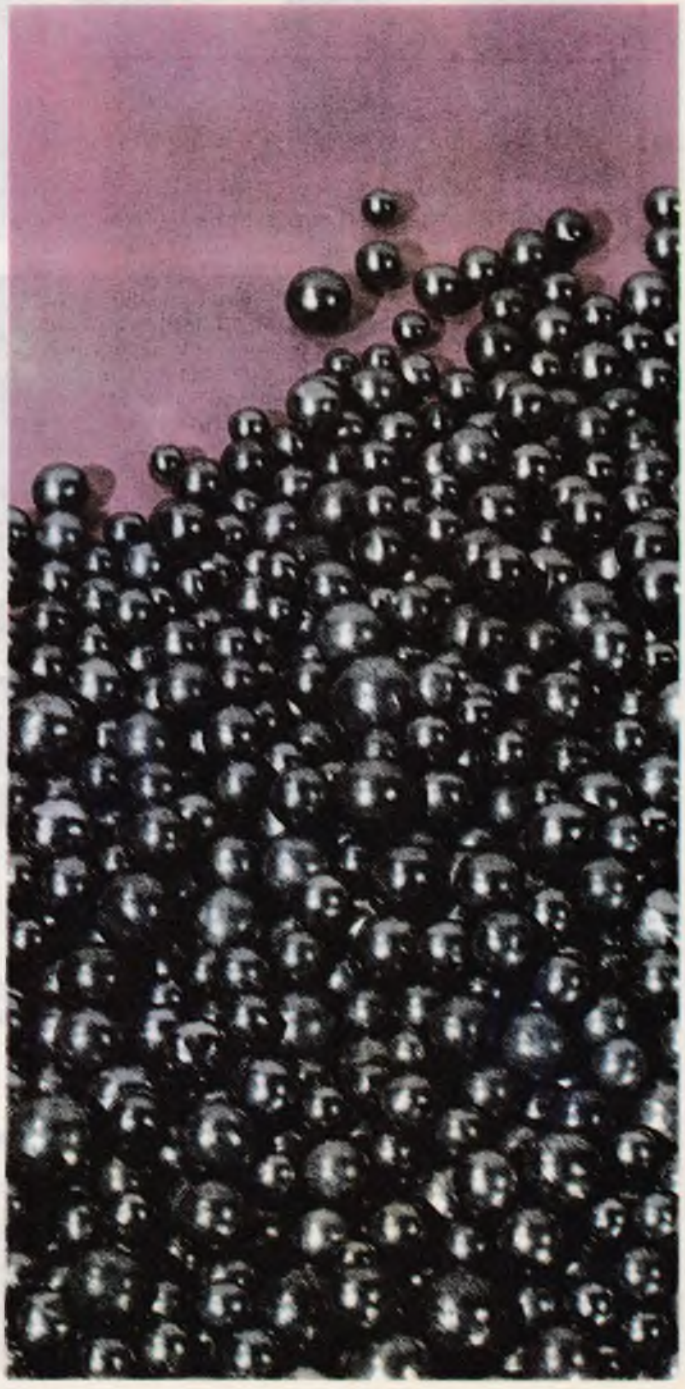
Bununla birlikte, nikelin en yaygın kullanıldığı alan, alaşım üretimidir. İlk nikel alaşımları, içinde yabancı maddeler bulunan filizlerin eritilmesiyle elde edilmiştir. Sözgelimi İ.Ö. 235'te kullanılan bazı madeni paralar, % 20 nikel içeren bakır-nikel karışımından yapılmıştır. Bu bileşimin günümüzde kullanılan ve % 25'i nikel olan bakır-nikel karışımına benzemesi ilgi çekicidir. Başka bir bakır-nikel alaşımı, 1905'te doğrudan doğruya bir filizin eritilmesiyle elde edilmiştir. «Monel metal» adı verilen ve % 68 nikel içeren bu alaşımın aşınmaya dayanıklılığı yüksektir. % 20-30 nikel ve % 10'a kadar demir içeren bakır-nikel alaşımları, aşınmaya ve çekilmeye dayanıklıdır. Bunlar, denizcilikte ve damıtma aygıtı yoğunlaştırma tüpleri yapımında kullanılırlar.

Nikel gümüş, % 18 nikel ve % 18 çinko içeren beyaz renkli bir bakır alaşımıdır. Evlerde çok kullanılan eşyaların yapımında, nikel, elektroliz yoluyla çok ince bir gümüş tabakayla kaplanır.

Üretilen nikelin büyük bir bölümü, çeliği ve dökme demiri nitelikli hale getirmek için kullanılır. Nikel çelikler, % 5 - % 10 nikel içerirler, çok dayanıklıdırlar ve tel haline getirilebilirler. Nikel, çeliğin sertliğini artırdığı için, daha kalıcı parçaların ısıyla işlenmesine olanak verir. Dökme demir içinde nikel, grafitin çökmesini sağlar. Ayrıca kalıbın sertliğini artırır. Nikel, % 10 - %12 krom içeren paslanmaz çeliğin bileşimine de girer. Çelikte % 8'i aşan miktarda bulunan nikel, çeliğin iç merkezli kübik yapısını yüzey merkezli kübik yapıya dönüştürerek, kolay işlenebilir ve kolay çekilebilir hale gelmesini sağlar. Paslanmaz çelik, % 18 krom ve % 8 nikel içerir.

Nikel, yükseltgenmeye ve akkor derecede ısıya dayanıklı olması istenen alaşımlarda yaygın biçimde kullanılır. İkili bir nikel alaşımı olan nikrom, % 20 krom içerir ve elektrik ocaklarında kullanılır. Sertleştirerek çöktürmeyle nikromun mekanik dayanıklılığını artırmak için yapılan girişimler, «Nimonic» (marka adı) alaşımların gelişmesine yolaçmıştır. Bu alaşımlardan, yüksek sıcaklığa ve yükseltgenmeye dayanıklılığın gerekli olduğu jet türbin bıçağı gibi parçalar

Mond karbonil yöntemiyle elde edilen nikel taneleri. (altta) Nikel karbonil, ilk oluşan nikel çekirdekleri üstünde bozunur. Bu nikel taneleri, istenen büyüklüğe ulaşınca ortamdan alınır.



yapılır. «Nimonic» alaşımlarda ayrıca, titan ve alüminyum da bulunur.

İçinde % 36 nikel bulunan demir alaşımı, ısıl genleşme katsayısı sıfır olduğu için, eşsiz bir alaşımdır. Başka bir deyişle, ısıtıldığı zaman genişlemez. «İnvar» ticari adı altında, uzunluk standartlarında, şerit metrelerde, sarkaçlarda ve duyarlı makina parçalarında kullanılır. % 12 krom içeren bir alaşım olan «Elinvar»ınsa, esnekliği, sıcaklığa bağlı değildir. Saat zembereklerinde, kantarlarda ve öteki ölçü aletlerinde kullanılır.

NİTELİK DENETİMİ

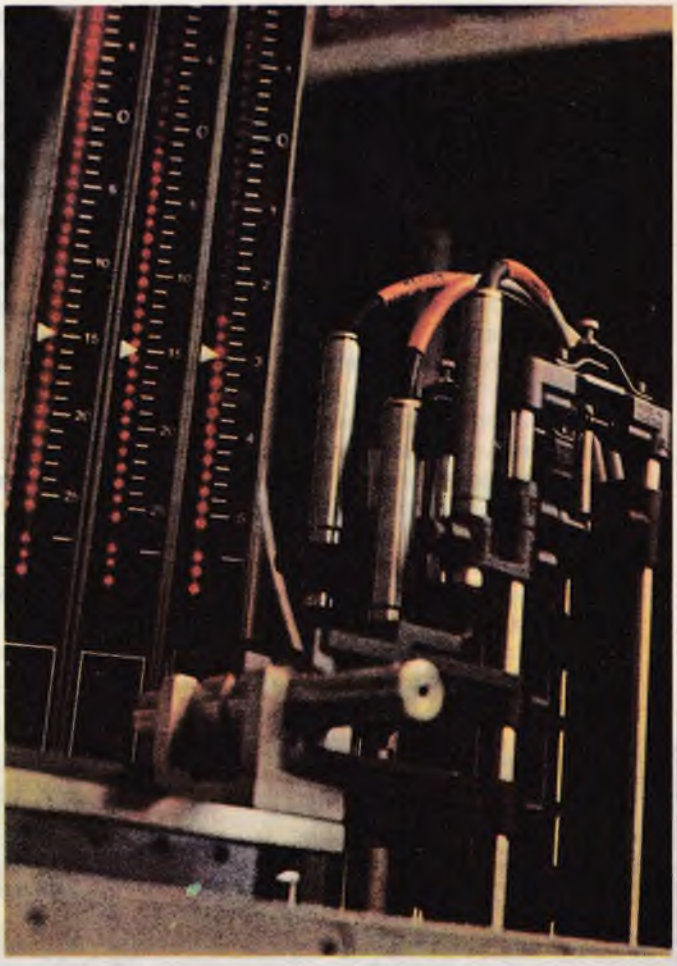
Nitelik denetimi (kalite kontrol), her tür malın belirli nitelik ve özellikleri taşımasını sağlamak ve hatalı malların üretimini azaltarak maliyeti düşürmek için, endüstri alanında uygulanan bir işletmecilik yöntemidir.

Nitelik denetimi, iki grupta toplanan özelliklerin belirlenmesiyle başlar. Bunlar, güvenliğe, çevre kirlenmesi denetimine, vb. ilişkin yasalar ya da resmi standartlar olabileceği gibi, ürün tasarımı, üretim teknikleri, deneme işlemleri ve maliyet çözümlemeleri için yapımcının koyduğu standartlar da olabilir. Nitelik denetimi, hem kamu görevlileri tarafından, hem de yapımcının görevlendirdiği kişiler tarafından gerçekleştirilir.

Bazı deneyler, ürünün, gerçek kullanma koşullarından geçirilmesiyle yapılır. Sözgelimi, bir makina parçası, parçanın ne sürede yıpranıp kırıldığının ortaya çıkarılması için yüklenir. Bir otomobil, sert bir deney yolunda binlerce kilometre kullanılır; böylece, birkaç yıl sürecek doğal yıpranması birkaç günde gerçekleştirilmeye çalışılır. Daha sonra, otomobil, mekanik yollarla açılır ve frenler, motor parçaları, vb. incelenir. Üretim sürecinin bir parçası olan nitelik denetimi işlemlerinin çoğu, «*tahribatsız deneyler*» diye adlandırılır.

Tahribatsız deneyler: Deney teknikleri, görme ya da dokunma duyusunun kullanıldığı çok eski yollardan, çağdaş araçların kullanıldığı yöntemlere kadar değişir. Binlerce yıl, üretilen mallar gözle incelenmiştir. Günümüzde, boyalı metal levha gibi ürünler, hem gözle incelenir, hem de elle yoklanarak, göze görünmeyen çıkıntı ve dalgaların (metal levhada ya da boyada) ortaya çıkarılması sağlanır.

Nitelik denetiminde, öznel değer yargılarından çok, nesnel ve ölçülebilir standartlar kullanılmaya çalışılır. Günümüzün teknolojisiyse, çeşitli aygıtların kullanılmasını gerektirmektedir. Görsel yöntemlerde, MİKROSKOP, tayfölçer ve GİRİŞİMÖLÇER gibi aygıtlardan yararlanılır. X ve GAMA IŞINLARI da, kağıttan çeliğe kadar çeşitli maddelerin ya da çinko ve kalay kaplamaların kalınlıklarını belirlemede ve beton gibi kütle halindeki maddelerin yoğunluklarını ölçmede, yaygın biçimde kullanılmaktadır. X ışınlarının en önemli yararlarından biri de, makina parçalarının ve dökümlerin içindeki hataların ortaya çıkarılmasını olanaklı kılmasıdır. DENİZALTI yapımında kullanılan çelik levhalar bu yolla incelenir. Su basıncının çok yüksek olduğu derinliklerde güvenlik, teknenin yapısal bütünlüğüne bağlıdır. Haddeden geçirilmiş yüzeylerin denetimi sesle yapılır. «*Akustik çatlak bulucu*» adı verilen bir aygıt, ses dalgalarının yansıtılma yollarına duyarlıdır. Bir MİKRODALGA tekniği, yiyecek maddelerinin nem oranını ölçmede kullanılır. Yüksek frekanslı radyo dalgaları, nem tarafından soğurulma özelliği taşır. Nem oranındaki % 0,1'den daha düşük değişiklikler bile, bu yolla ortaya çıkarılabilmektedir.



İşlenmiş yüzeylerin elektronik yollarla denetlenmesi. (üstte) Çıkış gerilimi, ölçme aygıtındaki parçanın boyutlarına göre, sütundaki ışık yayan diyotları besleyerek değişiklikleri gösterir.

Denetim cetveli olarak depolanmış 22 000 karşılaştırma değerini kapsayan BİLGİSAYAR'a dayalı bir otomatik deney sistemi, bir elektronik devrenin 360 noktasını birden denemek için kullanılmaktadır. Elle yürütülen deneylerle beş günde tamamlanan 20 000 ara bağlantılı bir telefon sisteminin denetimi, bir mikrobilgisayarla kırk dakikaya indirilmiştir.

Üretim: Üretim sürecinde nitelik denetimi, tek bi-

rimlerden, gruplardan ya da sürekli işlem birimlerinden oluşabilir.

Tek birimli bir denetim sistemine örnek olarak, bir TORNA tezgâhında bir yedek parçanın işlenmesi verilebilir. Tezgâhın çalıştırıcısı, çap pergelleri, MİKROMETRE'ler ve başka ölçme aygıtları kullanarak (ve aldığı sonuçları kağıt üstündeki çizimlerle karşılaştırarak), işin bütün aşamalarını denetler. Bu denetimleri yalnızca, her işlemden sonra nelerin yapılabileceğini saptamak için değil, yanlış bir hesaptan ötürü parçada oluşabilecek gereksiz hataları önlemek için de yapar.

Grup halinde denetimde, üretimi yürüten işçiler, makinadan çıkan her parçayı, üstlerinde belirli boyutlarda delikler bulunan ölçüm araçlarıyla (geyçler), hızla denetlerler. Bir başka yöntem de, bir gezici denetçinin, birçok işletmeden sorumlu olduğu devriye yöntemidir. Bu yöntemde, bir gruptaki her parça denetlenmez. İstatistik ilkelerine göre hazırlanan bir plan kullanılır. Planda belirtilen raslantı düzeninden her türlü sapma, bir hastanın ateş çizelgesini andıran bir eğri kullanılarak, istatistik yöntemleriyle bulunur.

Sürekli denetlemeye örnek olarak, otomatik PAKETLEME makinasında bisküvi kutularını tartan aygıt gösterilebilir. *Kapalı çevrim geri beslemeli denetim* ilkesini kullanan sürekli denetleme yöntemleriyse, gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Makinalara bağlanan sesötesi ya da mikrodalga sistemleriyle, ürün taranır ve ölçülen niteliğin izin verilen sınırlar arasında kalmasını sağlayan otomatik ayarlamalar yapılır. Bu araçların kurulması çok pahalıdır. Ama çelik endüstrisi gibi büyük çaplı üretimlerde, çok başarılı sonuçlar alınmasını sağlamaktadır. Hadde tezgâhından çıkan metal levhanın kalınlığı, bir radyasyon geyci yardımıyla (ışınımölçer) X ışını ve gama ışını

Üstünde altı «göz» bulunan bu treyler (altta solda), rayları inceler. Bu araçla 8 saatte, 60 km uzunluğundaki bir demiryolu denetlenebilir.

Galvanizleme bölümünde bir metal levha. (altta ortada) Resmin üst sol köşesindeki ayna, levhanın denetçi tarafından görülebilmesini sağlar.

Bu plastik masadaki çekmeceler, önce tartılır, sonra da makinayla 50 000 kez açılıp kapanır. (altta sağda)

soğurulmasının ölçülmesiyle, sürekli izlenir. Levhanın kalınlığını istenen sınırlar arasında tutmak için de, hadde milleri otomatik olarak ayarlanır.

Aygıtlar: Nitelik denetiminde, çap pergelleri, mikrometreler ve öteki mekanik denetleme aygıtları gibi geleneksel ölçüm araçlarının yanı sıra, çok daha karmaşık aygıtlar kullanılır.

Nitelik denetimi *Wheatstone köprüleri* (Bk. POTANSİYOMETRE), magnetik özelliklerdeki değişikliklerden yararlanarak, demirli metallerin bileşim ve ısıl işlem özelliklerini gösterir.

Rulmanlı YATAKLAR'ın denetiminde, 0,0001 mm kadar küçük eğim hatalarının bulunması için, mikrojetler ve aşırı-yüksek-büyütmeli havalı ölçme birimleri kullanılır.

Profil izdüşürücüleri ya da gölgeçizicileri, günümüzde doğrudan doğruya, üretim yapan makinanın üstüne yerleştirilir ve ürün, 0,0025'lik doğruluğa kadar gözlenip polaroit bir film üstüne kaydedilir.

320 kV ve 14 mA güçle 3,6 mm x 3,6 mm'lik odak noktalı ve çeliği 10 cm'ye kadar delebilen güçte endüstri tipi X ışını birimleri, kaynakların, plakaların, boruların, dökme ve dövmelerin tahribatsız deneylerinde kullanılır. Tayfgörür ise; çelik fabrikalarında ve hurda demir işletmelerinde, çelik ile demirsiz metallerin ayrıştırılmasında kullanılmaktadır.

NİTROJEN Bk. AZOT

NOBEL, ALFRED BERNHARD (1833-1896)

Alfred Nobel adı, günümüzde, bilim, edebiyat ve barış alanlarında verilen ödüllerle sürdürülmektedir. Çeşitli buluşları olan Nobel'in en ilgi çekici başarısı, 1867 yılında İngiltere'de, 1868 yılında da A.B.D'nde patentini aldığı dinamiti geliştirmesidir.

Alfred Nobel, 21 Ekim 1833 yılında Stockholm'de doğdu. Babasının işleri nedeniyle çeşitli ülkelerde bulundu. Resmi bir eğitim görmemiş olmasına karşın, beş dili çok iyi konuşurdu.

Alfred Nobel, 1857 yılında bir tür gaz deposu için ilk patenti aldı. Ama çalışmalarını daha çok, PATLAYICILAR (özellikle de nitrogliserin) üstünde yoğunlaştırmıştı. 1864 yılında laboratuvarında ortaya çıkan

Nobel'in İskoçya'daki fabrikasının 1897 yılında çekilmiş bir fotoğrafı. (solda) Dinamit elle karıştırılmaktaydı. Yere saçılabilecek patlayıcı artıklarının kolayca temizlenmesini sağlamak amacıyla, yer kumla kaplanmıştı.

Nobel'in Profesör Östermann tarafından yapılan bir portresi. (altta)

bir patlama sonucu en küçük kardeşi ve dört kişi öldü; ama Nobel, araştırmalarını sürdürdü. Yalın bir ateşlemeyle patlamayan patlayıcıların ticari tüketimini olanaklı kılan cıva fülminatı kullanarak, bir DETONATÖR geliştirdi.

Aşırı derecede güçlü ve çok tehlikeli olan sıvı nitrogliserini güvenli bir biçimde kullanabilecek bir yöntem bulmak istiyordu. 1866 yılında, soğurucu olarak görev yapan *kizelgur*un katılmasıyla, patlama gücünde yalnızca % 25 oranında bir düşüş getiren ve göreli bir güvenlikle üretilip kullanılabilen bir patlayıcı madde yapılabileceğini anladı.

1875 yılında nitrogliserini pamuk barutu ile birleştirerek, daha da güçlü bir patlayıcı olan, patlayıcı jelatini ortaya çıkardı.

1887 yılında *balistiti* geliştirdi. Balistit, ilk dumansız barut türlerinden biri olan askeri bir patlayıcıydı. İlk kez İtalyanlar tarafından kullanılan balistit, korditin atasıydı. Nobel, korditin, balistitten sonra bulunduğu gerekçesiyle, İngiltere hükümetine karşı bir dava açtı, ama 1895 yılında bu davayı yitirdi. Kordit günümüzde de sevk barutu olarak kullanılmaktadır.

Nobel'in dünyanın çeşitli yerlerinden aldığı patentlerin sayısı 355'e ulaşmaktaydı. Bunlarla büyük bir servete kavuştu ve bu servetin büyük bir bölümünü, ölümünden (10 Aralık 1896) sonra, kendi adına kurulan dünyaca ünlü beş ödüle ayırdı. Fizik, kimya, fizyoloji (ya da tıp), edebiyat ve barış alanlarındaki bu ödüller, ilk kez 1901 yılında verildi. 1969 yılında Nobel Vakfı ve İsveç Bankası, ekonomi dalında altıncı bir ödül koydular. Her ödül, bir altın madalya, bir diploma ve paradan oluşmaktadır.

NÖTRİNO Bk. TANECİK FİZİĞİ

NÖTRON

Nötron, atom çekirdeğini (Bk. ATOM VE MEKANİZMASI) oluşturan taneciklerden biridir. Özellikleri, aşağı yukarı PROTON'unkine benzer; ama nötron, elektrik yükü taşımaz.

Nötron, 1932 yılında, radyoaktif bir kaynaktan çıkıp ince bir parafin tabakasına çarpan yüklü tanecikleri inceleyen Chadwick tarafından bulundu. Hedefin arkasına yerleştirilmiş bulucu, bir şeyler algılıyor, ama bunların özellikleri, ne protona, ne de GAMA IŞINLARI'na benziyordu. Chadwick bu taneciğin, hedef çekirdeği tarafından fırlatılmış yüksüz proton çifti olduğu kanısına vardı. Söz konusu taneciğe «nötron» adı verildi ve kütlesinin, gramın iki milyon kez milyon kez milyon kez milyonda biri düzeyinde (ELEKTRON kütlesinin iki bin katı olan proton küt-

Nötron hızlandırma çözümlemesinde kullanılan aygıt. (solda) Buradaki hızlı nötron üreteci, polietilen tozu doldurulmuş çukurun dibine yerleştirilmiştir. Çözümlenecek disk biçimindeki malzeme, metal bir borudan geçirilerek, nötronlarla bombalandığı üretece ulaştırılır. Örnek, daha sonra geri alınarak, kurşun tuğlalarla örülü bir koruyucuya sokulur ve gama ışını bulucusuyla radyoaktifliği ölçülür. Bu teknikle, örnek maddenin içeriği, çok duyarlı olarak saptanabilir.

lesine çok yakın) olduğu hesaplandı.

Nötronun bulunması, kimyasal elementlerin kütleleriyle ilgili bilmeceyi de çözdü. Yalnızca proton ve elektronun bilindiği dönemde, bütün elementlerin kütlelerinin, en yalın element olan hidrojenin (bir proton ve bir elektronu vardır) katlarının alınmasıyla belirlenememesinin nedenleri açıklanamıyordu. Bir atomda, protonların yanı sıra, değişik sayılarda nötronların da bulunması, atom kütlelerindeki değişiklikleri, yani İZOTOP'ları açıklamaktaydı. Element ağırlaştıkça nötron sayısı da artıyordu; ama genellikle, bir çekirdekteki nötron sayısı, proton sayısına eşitti. Nötron oldukça kararlı bir taneciktir. Parçalanarak, bir proton, bir elektron ve kütlesiz bir yansız tanecik olan nötrinoya (Bk. TANECİK FİZİĞİ) dönüşmesi için, on iki dakika geçmesi gerekir. Bu dönüşme, nötron, çekirdek içinde bulunduğu sırada da oluşabilir. Elektron ve nötronlar çekirdekten uzaklaşıp giderken, protonlar yerlerinde kalmaya çalışır ve çekirdeğin kimyasal element yapısını değiştirirler. Buna, çekirdeğin «*beta bozunması*» denir. Yayılan elektronlarsa, «*beta ışını*» diye adlandırılır. Beta ışınları, yüzyılımızın başında yapılan RADYOAKTİFLİK araştırmalarında ortaya çıkarılmışlardır.

Nötronlar, NÜKLEER REAKTÖR'de ve ATOM BOMBASI'nda önemli rol oynarlar. Zincirleme tepkimeyi başlatmak için, ağır bir çekirdek içine, fazladan bir nötron gönderilir. Bu da, FİZYON sonucu çekirdeğin daha hafif iki parçaya ayrılmasını ve büyük bir enerjinin açığa çıkmasını sağlar. Reaktörün çevresinde dolaşan nötronlar, araştırma, tarım, tıp ve endüstri alanlarında yararlanılan izotopların elde edilmesinde kullanılır. Son uygulamalardan biri de, ışın tedavisi dalında, kanserli hücrelerin X IŞINLARI yerine, nötron ışınlarıyla iyileştirilmeye çalışılmasıdır.

Uzayda bulunan en ilgi çekici varlıklardan biri, nötron yıldızlarıdır. Bunlar, henüz yapısı anlaşılmayan, çok yoğun maddelerden oluşmuşlardır. Tipik bir nötron yıldızının **yarıçapı 10 km**'yi aşmaz. Buna karşılık kütlesi, Dünya'nınkinden bir milyon kez fazladır. Pulsarların (Bk. GÖKFİZİĞİ), dönmekte olan nötron yıldızları olduğu sanılmaktadır.

NÜKLEER MAGNETİK REZONANS

Nükleer magnetik rezonans, bir atom çekirdeğinin magnetik özelliklerini ölçmede kullanılan bir tekniktir. 1945'te bulunan nükleer magnetik rezonans,

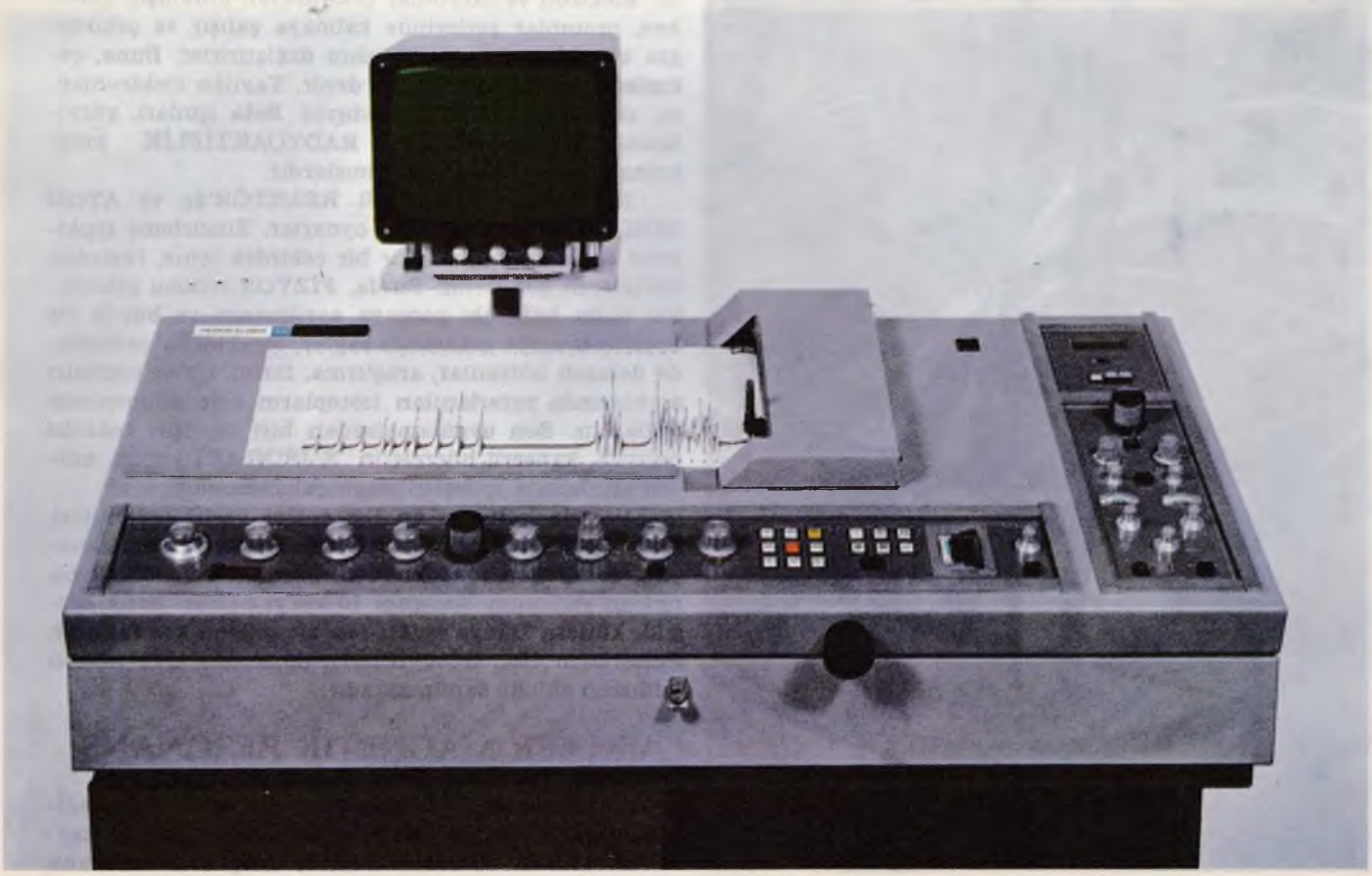
MOLEKÜL'lerin ayrıntılı yapılarının saptanmasında ve kimyasal ÇÖZÜMLEME'lerde geniş ölçüde kullanılır.

Bir bileşenin yapısını saptamada en etkili yol, nükleer magnetik rezonanstır. Bu yüzden, yeni maddelerin çözümlenmesinde, özellikle ilaç endüstrisi ve araştırma laboratuvarlarında geniş ölçüde kullanılır. PLASTİKLER'in temel taşını oluşturan sentetik *polimer*lerin yapısına ilişkin bilgiler, nükleer magnetik rezonans yardımıyla sağlanmıştır. Önemli uygulama alanlarından biri de, bitki ve hayvanlardan sağlanan doğal ürünlerin çözümlenmesidir. Nükleer magnetik rezonans, bedendeki metabolitlerin ya da ilaçların çözülmesiyle oluşan yeni maddeleri araştırmada da kullanılır. Ayrıca, biyolojik sorunların çözülmesinde de bu teknikten yararlanılır. Özellikle proteinlerin yapılarının ve enzimlerin işlevlerinin incelenmesinde önemlidir.

Nükleer magnetik rezonansın temeli: Yöntemin temel ilkesi, belirli atom çekirdekleri ile magnetik alanların (Bk. MAGNETİZMA) etkileşmesine dayanır. Bazı çekirdekler, bir eksen çevresinde dönme özelliği gösterirler ve elektrik yükü taşıdıkları için, *magnetik moment* içerirler. Bu çekirdekler, magnetik alan içinde, pusula ibresine benzer biçimde yönlenip dizilirler. KUVANTUM KURAMI'na uygun olarak, çekirdek, magnetik alan içinde belirli bir yönlenme gösterir. Bu yönlenmede en önemli nokta, çekirdeğin iki kutuplu gibi, magnetik alanda yalnızca iki konum kazanabilmesidir. Bu özelliği gösterenler arasında hidrojenin bilinen İZOTOP'u *H*-1 ile flüorun *F*-19, fosforun *P*-31 izotopları ve doğada % 1 oranında bulunan ender karbon izotopu *(C*-13*)* sayılabilir.

Çekirdeğin her yönelimi, farklı bir *enerji durumu*nu karşılar. Enerji durumları arasındaki fark, magnetik alan şiddetiyle orantılıdır. Çekirdek, enerji durumları arasındaki farka eşit frekansta bir ELEKTROMAGNETİK IŞINIM'a uğratılırsa, bir enerji durumundan bir başkasına geçebilir. Sonuç olarak çekirdek, «rezonans frekansı» adı verilen bir frekansta enerji soğurur. Genellikle, *radyo frekanslarını* da soğurabilecek magnetik alan şiddetleri kullanılır.

Soğurma frekansları: Nükleer magnetik rezonansın kimyasal çözümlemede önemi, herhangi bir izotop için belirli bir soğurma frekansı aralığı bulunmasından gelir. Bu soğurma frekansı, çekirdek çevresindeki kimyasal ortama bağlıdır. Gerçekte, çekirdeğin uğratıldığı magnetik alan, uygulanan magnetik alandan biraz farklıdır. Çünkü, çevresindeki ELEKTRON'lar, magnetik alana karşı bir kalkan görevi yaparlar. Aynı molekül içinde değişik çekirdek yerleşimleri, ayrı-



Nükleer magnetik rezonans tayfölçeri. (altta) Kaydedici aygıt, örneğin rezonans frekansını belirler. Buradan, bileşimin kimyasal yapısı saptanabilir.

ca farklı bileşikler için farklı soğurma frekansları bulunur. Sözgelimi, etil alkoldeki (CH_3CH_2OH) hidrojen, bileşikte bulunan üç ayrı tip hidrojen nedeniyle, üç ayrı soğurma frekansı gösterir. Farklı soğurma şiddetleri arasında, atomun çekirdek sayısını yansıtan 3:2:1 gibi bir oran vardır.

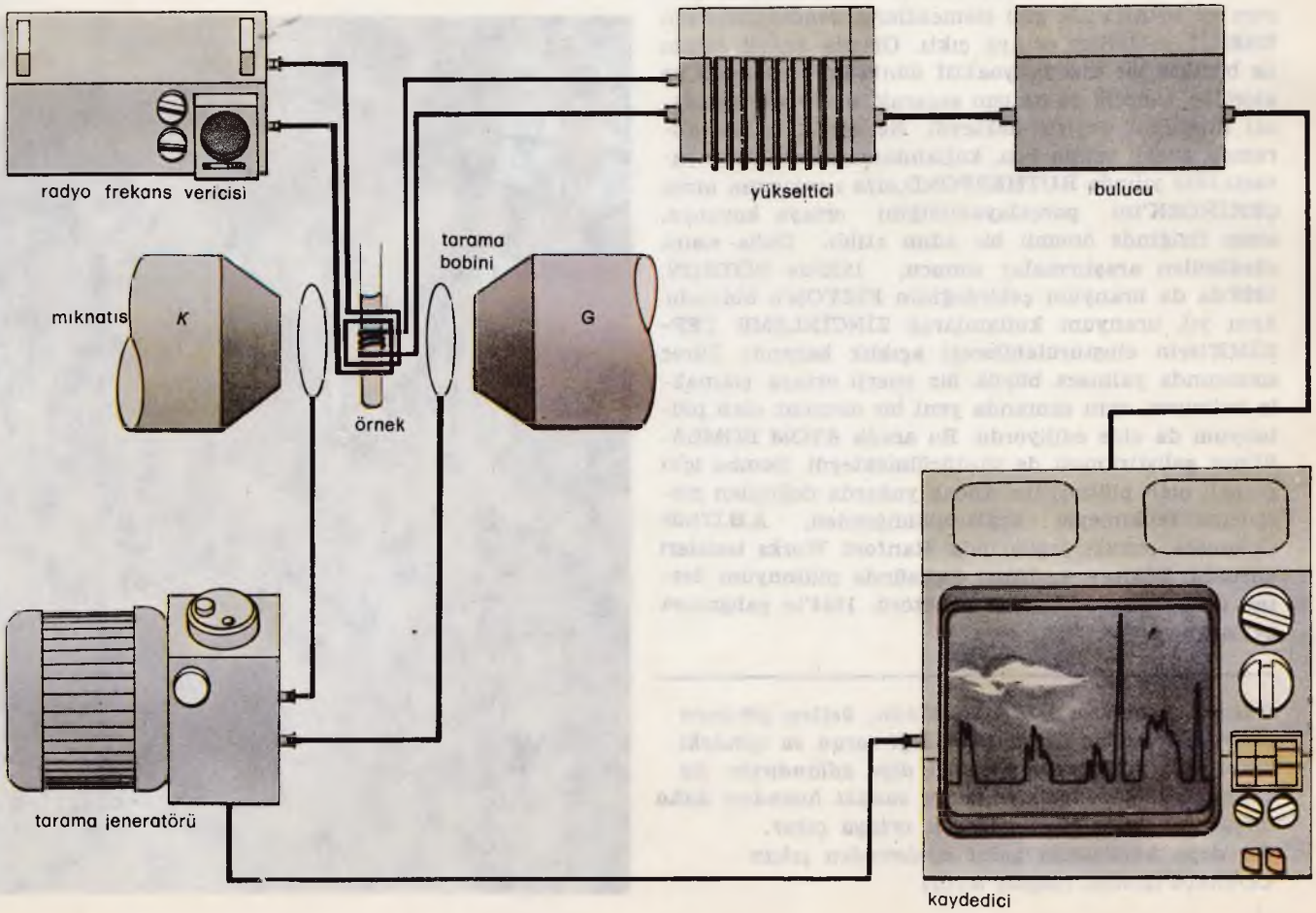
Başka bir önemli nokta da, sinyallerin, komşu magnetik çekirdeklerden de etkilenerek, küçük ayrışmalar göstermesidir. Bu ayrışmalar, komşu çekirdeğin konumu ve sayısı konusunda bilgi verirler. Her izotop için soğurma frekansı aralığı küçüktür. Sözgelimi, 100 megahertzlik rezonans frekansında hidrojenin soğurma frekansı, toplam olarak birkaç kilo hertzdir. Sinyal ayrışmaları ise çok daha küçüktür ve bazı durumlarda bir hertzin de altına düşer. Bu yüzden, ancak çok duyarlı aygıtlarla ölçülebilirler.

Nükleer magnetik rezonans tayfölçerleri: Söz konusu ölçümlerde nükleer magnetik rezonans tayfölçeri kullanılır. Bu aygıt, bir mıknatıs, bir radyo frekans kaynağı, bir bulucu ve değişen magnetik alan ya da frekansa göre tayf tarayan bir düzenlemeden oluşur. Sinyalleri en üst düzeyde birbirinden ayırabilmek için, magnetik alanların olabildiğince kuvvetli olması gerekir. Bu amaçla, 14-23 kilogauss (gauss, C.G.S. sisteminde magnetik indükleme birimidir) arasında alan sağlayan elektromıknatıslar kullanılır. Bu değerlere karşılık, hidrojenin rezonans frekansı 60-100 MHz arasındadır. Daha yüksek şiddetler istendiğinde, ÜSTÜN İLETKENLİK özelliği gösteren solenoitler kullanılır. Bunlarla 80 kilogaussa kadar alanlar elde edilebilir.

Herhangi bir değişiklik sinyalin bozulmasına yolaçacağından, magnetik alanın çok düzgün olması gerekir. Örnek, genellikle 5-10 mm çapında bir cam tüpe yerleştirilir. Tüpü kesen magnetik alan, 100 000 000'da 1'den çok değişmemelidir. Bu nedenle, elektromıknatısa yardımcı düzeltme bobinleri bağlanır. Bobinler, asıl alanda oluşan düzensizlikleri ortadan kaldırırlar. Sinyallerin duyarlı ölçümü, alanın çok kararlı olmasına bağlıdır.

Kalıcı mıknatıslarda sıcaklık denetlenerek, alanın kararlı olması sağlanabilir. Ama elektromıknatıslarda ısı kaçağı olduğundan, sıcaklık denetimi yapılamaz. Rezonans frekansını ve magnetik alanı değişmez tutmak için, bir geri besleme sistemiyle, nükleer magnetik rezonans referans sinyali gönderilir. Tay-

Nükleer magnetik rezonans tayfölçerinin yalınlaştırılmış çizimi. (altta) Örnek, cam tüp içinde kuvvetli bir mıknatısın kutupları arasına konur. Çevresinde, radyo frekansı veren bir bobin ile tarama bobini yeralır. Örnekten gelen sinyaller, tüpü çevreleyen bulucu bobininden alınır ve yükseltilerek, kaydediciye gönderilir.



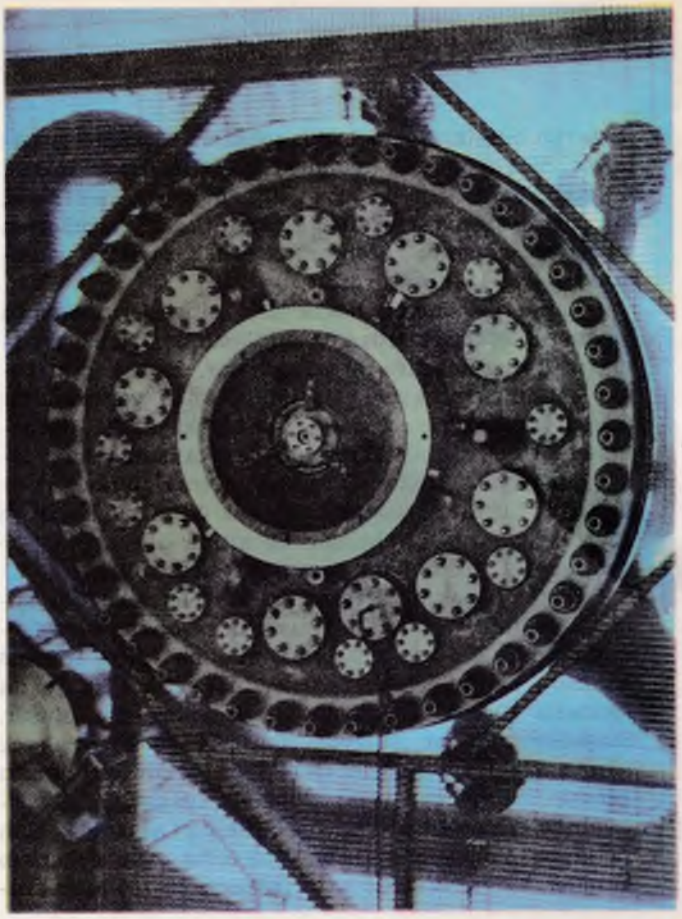
fın taranması için, ya radyo frekansı ya da magnetik alan kullanılabilir. En son uygulanan yöntemlerdeyse, örnek, kalın bir frekans bandı yayınlayacak biçimde düzenlenir ve doğrudan çevrim içi bilgisayar yardımıyla, örneğin verdiği yanıtlar çözümlenir.

Organik bileşenlerin incelenmesinde, hidrojen rezonansından yararlanılır. Her ne kadar soğurma frekansları küçükse de, hidrojen atomunun melokül içindeki çevre ortamının özellikleri oldukça belirgindir. Her sinyalde gözlenen ayrışmalar, ana sinyali veren çekirdeğe yakın bulunan hidrojen çekirdeklerinin sayısını tanımlar. Ayrıca, bunları birleştiren bağların yönelişini ve sayısını gösterir. Hidrojen tayfı, moleküldeki hidrojen atomlarının yerleşimini ortaya çıkarmada kullanılır. Böylece molekül yapısı saptanabilir.

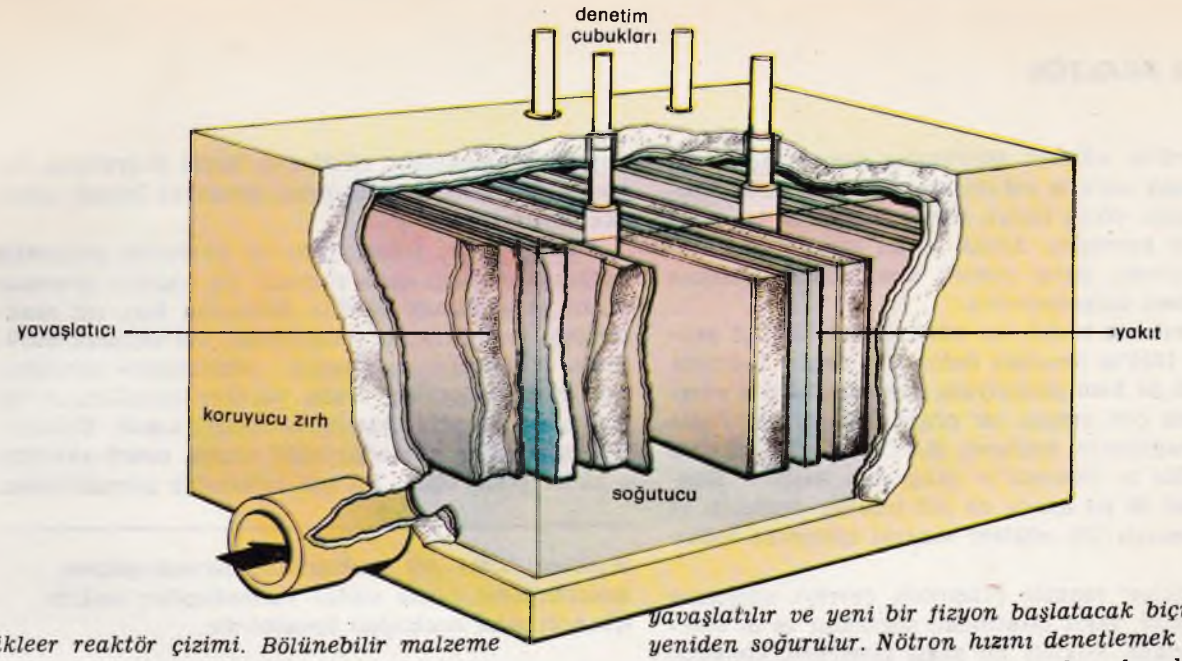
Yöntemin güçlüğü, farklı sinyallerin birbiri üstüne binmesinden gelir. Bunu ortadan kaldırmak için, kuvvetli magnetik alanlar kullanılır. Karbon-13 çekirdeğinden elde edilen tayf, hidrojen tayfının tamamlayıcısıdır. Sinyaller zayıf olduğundan, ölçülmeleri güçtür. Ama bilgisayar teknikleri, karbon rezonansını çok yararlı bir yöntem haline dönüştürmüştür.

NÜKLEER REAKTÖR

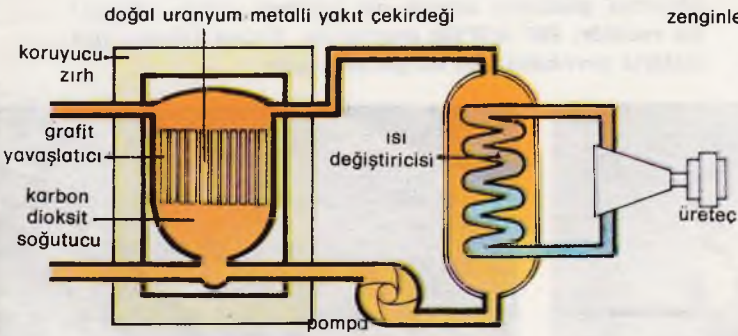
1896'da RADYOAKTIFLİK'in bulunmasıyla, toryum ve URANYUM gibi elementlerin kendiliklerinden ENERJİ saldıkları ortaya çıktı. Olayda enerji salımı ile birlikte bir dizi radyoaktif dönüşüm oluşmakta ve atomlar, tanecik ya da ışın saçarak, maddenin kimyasal niteliğini değiştirmekteydi. Ne var ki, doğal durumda enerji salma hızı, kullanılamayacak kadar yavaştı.1919 yılında RUTHERFORD,*alfa ışınlarının* atom ÇEKİRDEK'ini parçalayabildiğini ortaya koyunca, atom fiziğinde önemli bir adım atıldı. Daha sonra sürdürülen araştırmalar sonucu, 1932'de NÖTRON, 1939'da da uranyum çekirdeğinin FİZYON'u bulundu. Aynı yıl, uranyum kullanılarak ZİNCİRLEME TEPKİME'lerin oluşturulabileceği açıklık kazandı. Süreç sonucunda yalnızca büyük bir enerji ortaya çıkmakla kalmıyor, aynı zamanda yeni bir element olan plütonyum da elde ediliyordu. Bu arada ATOM BOMBASI'nın geliştirilmesi de sürdürülmekteydi. Bomba için gerekli olan plütonyum, ancak yukarda değinilen zincirleme tepkimeyle sağlanabildiğinden, A.B.D'nde Columbia ırmağı kıyılarında Hanford Works tesisleri kuruldu. Böylece, endüstri ölçüsünde plütonyum üreten dünyanın ilk nükleer reaktörü, 1944'te çalışmaya başladı.



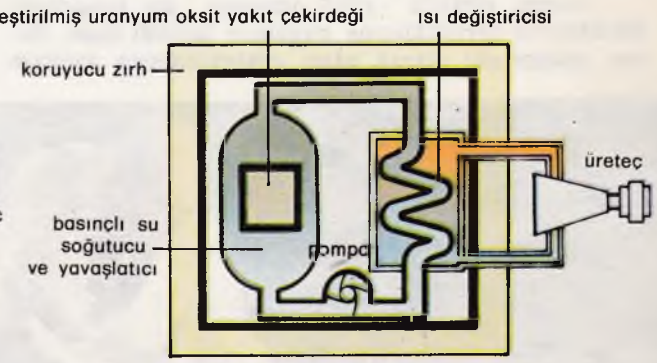
Yüksek Akılı İzotop Reaktörü'nün, üstten görünen çekirdeği. (sağda üstte) Çekirdeği saran su içindeki mavi ışık, «Cerenkov ışınımı» diye adlandırılır. Bu ışınım, yüklü tanecikler ışığın sudaki hızından daha büyük bir hızla suyu aşarken ortaya çıkar.
Bir depo havuzunda yakıt öğelerinden çıkan Cerenkov ışınımı. (sağda altta)



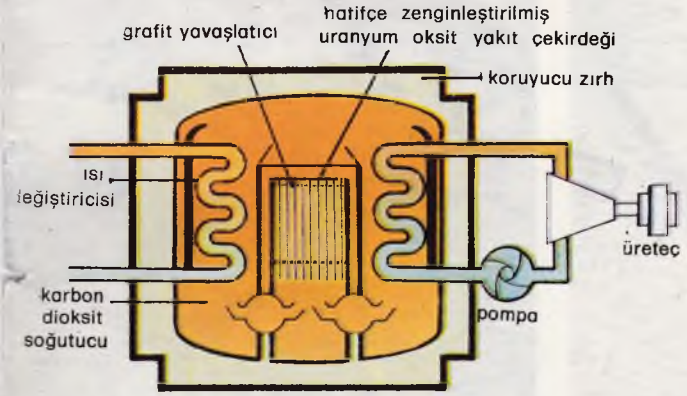
Nükleer reaktör çizimi. Bölünebilir malzeme tarafından oluşturulan hızlı nötronlar, yavaşlatıcıda yavaşlatılır ve yeni bir fizyon başlatacak biçimde yeniden soğurulur. Nötron hızını denetlemek için, nötron soğurucu çubuklar,aşağı-yukarı hareket ettirilir.



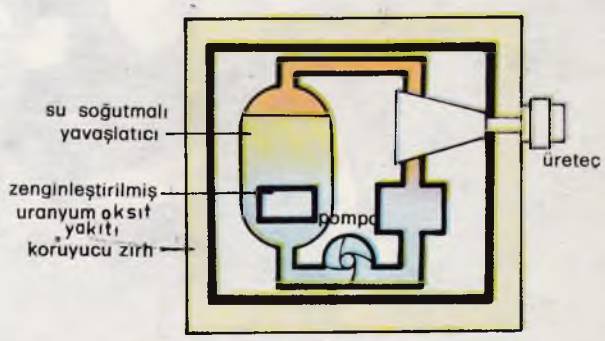
Magnox gaz soğutmalı reaktör



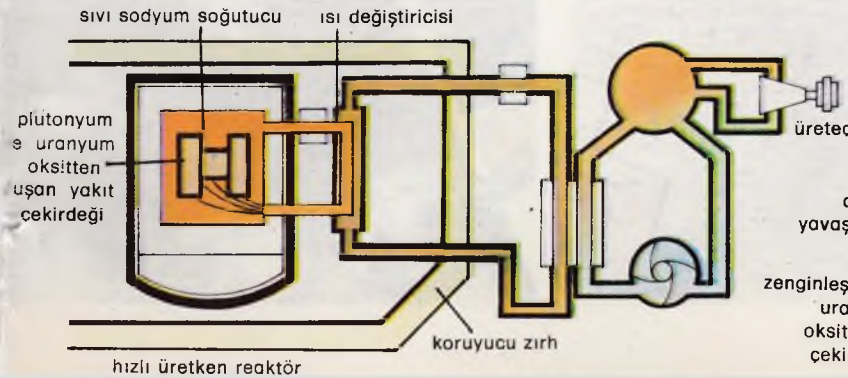
basınçlı su reaktörü



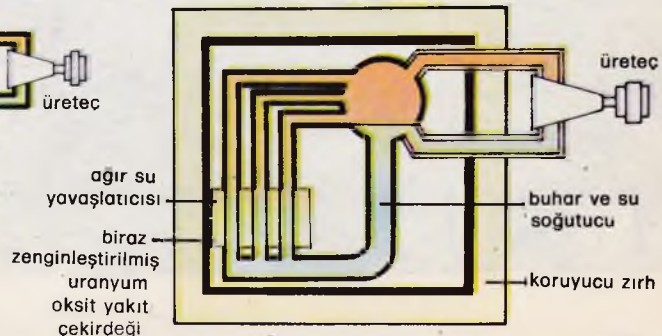
ileri gaz soğutmalı reaktör



su kaynatan reaktör



hızlı üretken reaktör



ağır su reaktörü

Hanford'da nükleer tepkimeler sonucu açığa çıkan ısı, ırmak suyuyla soğutuluyordu. Bu konuda ikinci adım, açığa çıkan ısıdan yararlanabilecek bir nükleer reaktör kurmaktı. Ancak ısının yararlı güce dönüştürülebilmesi, daha yüksek sıcaklıklarda çalışma zorunluluğunu da getiriyordu.

A.B.D'nde ilk hedef, bir nükleer DENİZALTI yapmak oldu. 1955'te *Nautilus* denizaltısı denize indirildi. İngiltere'de de hem plütonyum, hem de elektrik enerjisi üretecek çift amaçlı bir proje olan «Calder Hall» reaktörü yapılmaya başlandı. S.S.C.B'nde ilk nükleer santral, 1954' te Obninsk'te çalışmaya başladı. Bundan sonraki 20 yıl içinde de 250 nükleer denizaltı ve endüstri amaçlı 120 nükleer santral işletmeye sokuldu.

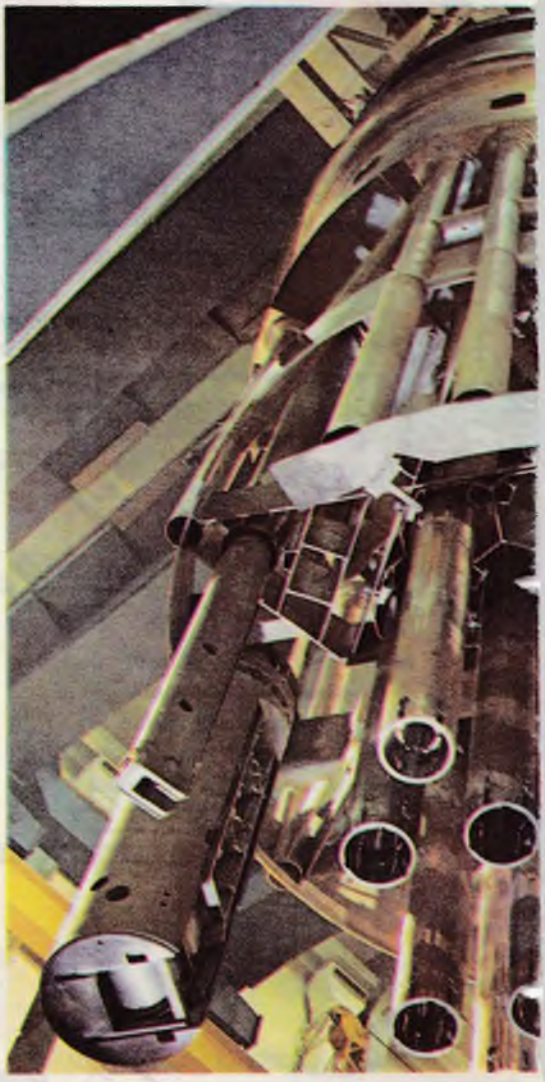
Bir nükleer reaktör çalışırken, çevreye nötronlar saçılır. Bunlar, yakıt tarafından soğurulur ve ısı enerjisi açığa çıkar. Nükleer bir yakıt yanarken, kimyasal yapısı da değişikliğe uğrar.

Nötron, elektrik yükü olmayan bir taneciktir. Maddelerin derinliklerine girebilme özelliği taşır. Bazen, raslantısal olarak atom çekirdekleriyle çarpışır. Çarpışma olduğunda, nötron, ya başka doğrultuya sıçrar ya da çekirdek tarafından tutularak *bileşik çekirdek* oluşturur.

Isıl reaktör: Düşük hızlı bir nötronun çekirdekle çarpışma olasılığı daha fazladır. Bu nedenle nötronun hızını yavaşlatmak gerekir. Nötronun hızı, *ısıl reaktör*lerde *yavaşlatıcı*lar *(moderatör)* kullanılarak düşürülür. Nötronlar, yavaşlatıcı çekirdeklere çarptıkça yön değiştirirler; bu arada hareket enerjilerinin bir bölümünü de yitirdiklerinden hızları azalır. Yavaşlatıcı çekirdekler ne kadar hafif olursa, enerji aktarımı o kadar etkili olur. En çok kullanılan yavaşlatıcılar,

Windscale'deki AG reaktöründe termokupılların denetlenmesi. (altta solda) Termokupllar, reaktör içindeki yakıt sıcaklığını ölçmektedir.

İskoçya'da Dounreay'deki hızlı reaktörde, yakıt öğelerini yükleyen aracın alt bölümü. (altta ortada) Bu reaktör, 250 MW'lık enerjisiyle, Kuzey İskoçya'nın elektrik gereksinimini karşılamaktadır.



grafit (kütlesi nötronun 12 katıdır) ile içinde hidrojen bulunan «hafif» sudur (kütlesi, yaklaşık olarak nötronun kütlesine eşittir). Hafif su (doğal su), etkili bir yavaşlatıcı olmasına karşılık, nötronların çoğunu yutar.

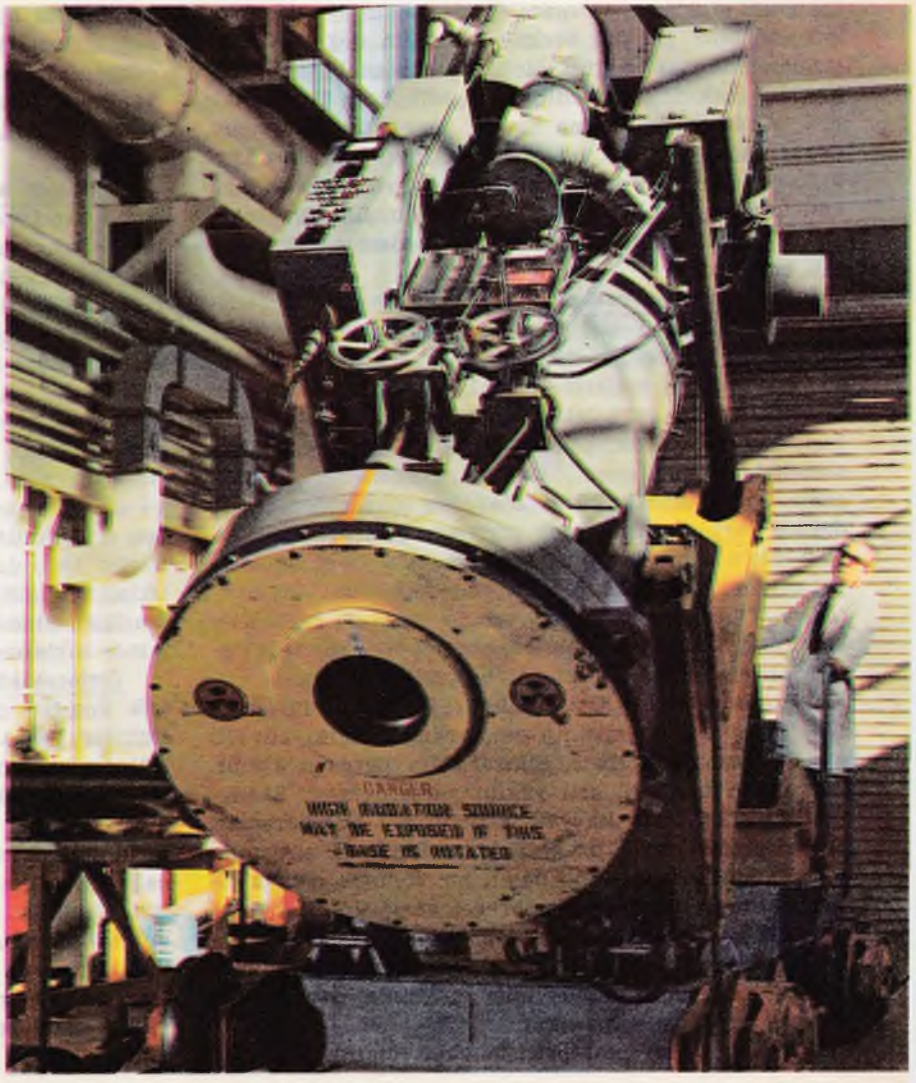
Nötronların yutulması, değişik çekirdekler için değişik sonuçlar doğurur. Doğal uranyum çekirdekleri iki türdür (İZOTOP) ve her izotop farklı sayıda tanecik içerir. % 99,3'ünde uranyum-238 taneciği, % 0,7'sinde de uranyum-235 taneciği bulunur. Nükleer reaktörün çalışmasını, uranyum-235 sağlar.

Bir nötron, uranyum-235 tarafından yutulduğunda, bir bileşik çekirdek olan uranyum-236 ortaya çıkar. Bu çekirdek, bir süre durumunu koruyabilir, ama çekirdek bölünmesine (fizyon) çok yatkındır ve kolayca, kütleleri yaklaşık eşit olan iki parçaya bölünür. Bölünme sonucu ortama, hızla hareket eden nötronlar saçılır. Kolayca bölündüğünden, uranyum-235'e, «*bölünebilir*» malzeme denir.

Nötronun uranyum-238 tarafından yutulması sonucu, uranyum-239 bileşik çekirdeği ortaya çıkar. Bu çekirdek parçalanmaz, ama kendiliğinden radyoaktif bir dönüşüme uğrar ve iki *beta ışını* salarak, çekirdeğindeki artı elektrik yükünü artırıp, plütonyum-239'a dönüşür. Plütonyum-239, PERYODİK ÇİZELGE'de uranyumun da ötesinde bulunan ikinci bir elementin izotopudur. Bölünebilir bir malzemeye dönüştürülebildiği için uranyum-238'e, «*üretken*» malzeme adı verilir. Nükleer reaktörlerde hem «bölünebilir», hem de «üretken» malzemeler, değişik ama önemli roller yüklenirler.

Her bölünmeden sonra, salınan iki-üç nötrondan hiç olmazsa bir tanesi bir sonraki bölünmeyi tetikleyebilirse, zincirleme tepkime sürer. Böylece, her bölünme için, bir ya da iki yedek nötron kalır. Nükleer reaktörde yedek nötronların bir bölümü, yavaşlatıcılar içine daldırılmış «denetim çubukları»yla soğuru-

İngiltere'deki Dragon reaktöründe ışınıma tutulmuş yakıt taşıma aygıtı. (altta sağda) Dragon reaktörü, yüksek sıcaklıklı, helyum soğutmalı, grafit yavaşlatıcılı bir deneme reaktörüdür.



lur. Ötekiler, ya uranyum-235 tarafından yutulur ya da yavaşlatıcı, soğutucu ve yapı malzemeleri arasında yitip giderler. Geri kalan nötronlar, «üretken» malzeme tarafında tutulur. Böylece yeni bölünebilir malzeme elde edilmiş olur.

Bazı ısıl reaktörlerde, doğal uranyum bileşikleri kullanılır. Ama genellikle, uranyum-238'i uyarmak için, doğal uranyum bileşikleri, ayrıştırma işleminden geçirilir. % 2-4 arası uranyum-235 içeren zenginleştirilmiş uranyum, reaktör tasarımcılarına büyük bir özgürlük sağlar.

Uygulamada, üretilen plütonyum-239 çekirdeği sayısının, tüketilen uranyum-235 çekirdeği sayısına oranı, ısıl reaktör için 1'den küçüktür. Atom bombası yapımı için plütonyum gerekiyorsa, yakıt, sürecin ilk aşamalarından hemen sonra reaktörden çıkarılmalıdır. 3-5 yıl reaktörde bırakılan plütonyum-239'un bir bölümü bölünür. Bir bölümü de, plütonyum-240, 241 ve 242 gibi izotoplara dönüşür. Bunlardan yalnızca plütonyum-241 bölünebilir malzemedir.

Toryum: Uranyum-238'in bir bölümünün plütonyuma dönüşmesine karşılık, ısıl reaktörlerde, doğal uranyum stokunun yalnızca % 2'si bölünme işleminde kullanılabilir. Bu, pek verimli bir işlem değildir. Kullanılan yakıttan en üst ölçüde yararlanabilmek için, nükleer reaktörlerde yeniliklere gidilmiştir. Bunlardan biri, «üretken» malzeme olarak uranyum-238 yerine, doğal olarak bir tek izotopu bulunan toryum-232'yi kullanmaktır. Toryum çekirdeği, ısıl reaktör işlemlerine plütonyum-239'unkinden daha uygundur. Reaktör, toryum stokunun büyük bir yüzdesini yakıt olarak kullanabilir.

Hızlı üretken reaktör: Reaktörlerde gerçekleştirilen gelişmelerden biri de, *hızlı üretken reaktör*dür. Bunlarda, bölünebilir malzeme olarak plütonyum izotopları, üretken malzeme olarak da uranyum-238 kullanılır. Ayrıca yavaşlatıcı kullanılmaz. Hızlı nötronlarla çalışıldığında, plütonyumun özellikleri daha olumludur: Bölünmez izotoplara dönüşme olasılığı azdır. Sonuç olarak, parçalanan her plütonyum çekirdeğine karşılık, birden çok uranyum çekirdeği plütonyum-239'a dönüşür. Başka bir deyişle, başlangıçtaki plütonyum stoku büyümekte, bir anlamda «üremektedir». Önemli olan nokta, «hızlı üretken reaktörlerin», dünyadaki uranyum rezervlerinden, ısıl reaktörlere oranla daha çok enerji üretebilmeleridir.

Atom çekirdeği artı yüklüdür. Bölünme olayı başladığında, bağ enerjisinin oluşturduğu çekim kuvveti etkisiz duruma gelince, çekirdek iki parçaya ayrılır. Parçaların her biri, artı yükün yarısını taşır. ELEKTROSTATİK itme kuvveti nedeniyle, bu parçalar, birbirlerinden hızla uzaklaşırlar. Bölünme sırasında serbest kalan enerjinin önemli bir bölümü, ortaya çıkan bölünme ürünlerinin hareket enerjisine harcanır. Tanecikler, çevredeki yakıt içinden çarpışmasız geçerken bile, taşıdıkları enerji, ısı biçiminde yayılır. Ayrıca, radyoaktif dönüşümler sırasında, parçalanma sonrası büyük ısı açığa çıkar.

Yakıt: Bazı reaktörlerde yakıt olarak uranyum kullanılır, ama uranyum oksit ve uranyum karbür çubuklar, yüksek sıcaklıklara daha iyi dayanırlar. Ayrıca bunlar, fizyon ürünlerinin birikimi bakımından da elverişlidir. Yakıt çubukları, ince çeperli metal borular içine yerleştirilir. Bazı düzenlemelerde «*yakıt öğesi*» adı verilen ve her biri 36 parçadan oluşan gruplar kullanılır. Çok yüksek sıcaklıklardaysa, metal borular yerine, grafit kaplamadan yararlanılır.

Yakıt öğeleri genellikle düşey kanallar içinde tutulur. Aralarından soğutucu malzemeler geçer. En çok kullanılan soğutucu malzemeler, karbon dioksit ya da helyum gazı, *ağır* (içinde normal hidrojen yerine döteryum izotopu bulunan) ya da hafif su ve erimiş sodyum metalidir. Reaktörde normal kaynama noktasının çok üstündeki sıcaklıklara ulaşıldığından, suyun sıvı durumunu koruması için, basınç, ya çok yüksek tutulur ya da yakıt öğeleri, dolaşan suyun buhar haline geleceği biçimde ayarlanır. Bu yöntemle oluşan buhar, reaktörden doğrudan TÜRBİN'e aktarılır.

Öteki soğutucu maddelerin de büyük basınç altında tutulması gerekir. Bir yöntemde, yakıt, yavaşlatıcı ve soğutucu bir basınç tankı içinde tutulur. Bir başka yöntemde de, soğutucu ve yakıt, yüksek basınç borularıyla birbirine bağlanır ve yavaşlatıcı, bu düzeneğin dışında bırakılır. Bütün reaktörlerde, çevrede çalışanları radyoaktiflikten korumak için betondan yapılmış, birkaç metre kalınlığında «biyolojik bir zırh»tan yararlanılır.

Nükleer artıklar: Biriken *bölünme ürünleri*nin bozucu etkisinden ötürü, yakıtın bir süre sonra reaktörden alınması gerekir. Ardından reaktör, birkaç ay «soğumaya» bırakılır. Bu arada radyoaktifliğinin bir bölümünü yitiren yakıt, sıkı bir korunma altında, yeniden işlenmesi için ilgili tesise taşınır. Orada, kimyasal ayrıştırma yoluyla, artıkta kalmış uranyum ve plütonyum çıkarılır.

İşlemler sırasında açığa çıkan kripton ve ksenon gibi bölünme ürünleri, doğrudan atmosfere bırakılır. Öteki ürünler, suyla karıştırılarak ya denize boşaltılır ya da yeraltına pompalanır. Radyoaktif artıklar, beton hücrelerde saklanan paslanmaz çelikten yapılmış büyük kazanlarda da depo edilebilir. Radyoaktif artıkların temizlenmesi için, bunların camsı maddelere dönüştürülmesi ve özenle seçilmiş jeolojik yapıların içinde saklanması önerileri de vardır.

Gelecekteki uygulamalar: Gelecekte, dünya elektrik enerjisi gereksiniminin önemli bir bölümünün nükleer reaktörlerden sağlanacağı sanılmaktadır. Nükleer reaktörler, endüstriyel tesisler için ısı da üretebilirler. Çelik üretiminin, deniz suyunun tuzunun giderilmesinin ve petrol yerine geçebilecek kullanımların, gelecekteki uygulama alanları arasında yeralacağı düşünülmektedir. Nükleer güçle çalışan yük gemileri, şimdilik deneme aşamasındadır (A.B.D'nin *Savannah*, Batı Almanya'nın *Otto Hahn* gemileri gibi), ama bunların ekonomik olacağı umulmaktadır. Nükleer reaktörlerin, uzayda elektrik enerjisi üretmede ve gezegenlere gönderilecek insanlı uzay araçlarının güdülmesinde de kullanılması beklenmektedir.

O

ODAK UZAKLIĞI Bk. MERCEK

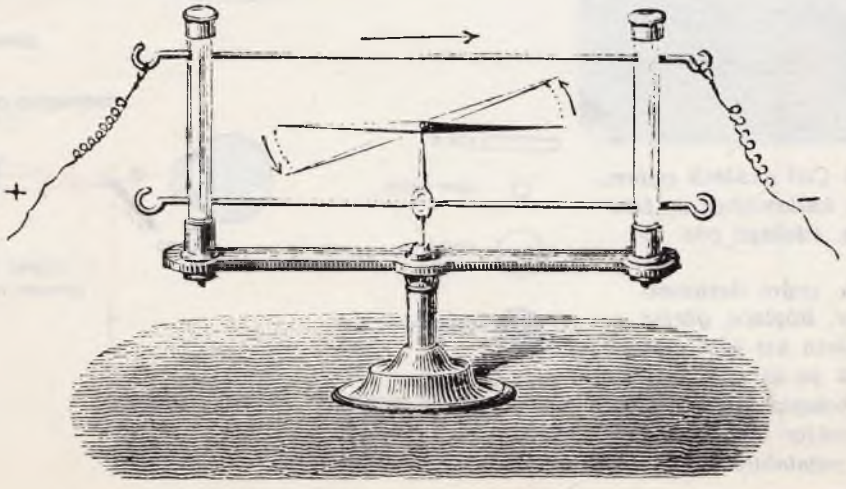
OERSTED, HANS CHRİSTİAN (1777-1851)

XIX. yüzyılda FİZİK, ayrı ayrı dallardan oluşmaktaydı. 1820'de Hans Christian Oersted, ELEKTRİK ve MAGNETİZMA arasındaki ilişkiyi bularak, bu dalların birleştirilmesinde ilk ve en önemli adımı atmış oldu (Bk. ELEKTROMAGNETİZMA).

Oersted, Danimarka adalarından Langeland'ın küçük Rudköbing kasabasında doğdu. Yoksul bir eczacının oğluydu. Daha çok kendi kendini yetiştirerek 1794'te, Kopenhag Üniversitesi'ne girmeyi başardı.

1800'de bir eczane işletmeye ve kimya dersleri vermeye başladı. Aynı yıl, Alessandro VOLTA'nın pili bulması, Oersted'in araştırmalarını elektrik konusuna yöneltmesine yolaçtı. 1806'da Kopenhag Üniversitesi'nde fizik profesörlüğüne getirildi. Yıllar süren araştırmaları sırasında Oersted, sık sık doğa güçleri arasındaki birliği ve elektrik ile magnetizma arasındaki ilişkiyi aradı. 1820'de, bir araştırması sırasında, magnetik bir iğneyi bir elektrik akımına yaklaştırdığında, iğnenin başka yöne döndüğünü gördü. Doğanın bilinen öteki kuvvetlerinin tersine, elektrik teli ve magnetik iğne arasındaki kuvvet, merkezsel olmayan bir kuvvetti. Sözgelimi, havadan bırakılan bir taş parçası, dünyanın merkezine doğru düşerdi. Oysa, Oersted'in magnetik iğnesi, tele doğru çekilmiyor, tel çevresinde hangi konuma getirilirse getirilsin, tele dik bir duruma geliyordu. Bu, teli çevreleyen bir gücün varlığını gösteriyordu.

Oersted, araştırma sonuçlarını birkaç ay sonra Avrupa'ya duyurdu. Buluşu, bir bilimsel araştırma hareketinin doğmasına neden oldu. Elektrik ve magnetizma arasında birçok yeni bağıntı bulundu. Özellikle,



Hans Christian Oersted'i gösteren gravür. (üstte) Elinde, 1825'te elde ettiği bir arı alüminyum parçasını tutmaktadır. Masanın üstündeyse, 1819'daki ünlü deneyini anımsatan bir pusula iğnesi durmaktadır.

Oersted'in 1819'da gerçekleştirdiği deneyi. (solda) Metal çubuktan geçen akım, pusula iğnesinin, çubuğa dik açıda dönmesini sağlar.

Fransa'da Andre Marie AMPÈRE'in ve İngiltere'de Michael FARADAY'ın araştırmaları, büyük önem taşıyordu.

Genellikle yalnızca bu buluşuyla tanınan Oersted, başka alanlarda da araştırmalar yapmıştır. Özellikle suyun sıkıştırılabilirliği konusunda önemli çalışmaları vardır. Ayrıca, ilk arı alüminyumu elde etmiştir.

OFTALMOSKOP

Oftalmoskop, gözün içini muayene etmek için kullanılan bir optik aygıttır. Gözbebeği gözün «penceresi»dir. Gözbebeği yoluyla gözün içi görülebilir. Ancak, bunun gerçekleştirilebilmesi için, önce oftalmoskopun geliştirilmesi gerekmiştir.

Eskiden gözbebeğinin siyah olmasının, ışınların göz tarafından bütünüyle soğurulmasına bağlı olduğuna inanılırdı. Herman von Helmholtz (1821-1894), göze giren ışığın çoğunun geri yansıtıldığını buldu.

Çift okülerli oftalmoskop. (üstte) Çift okülerli sistem, üç boyutlu görüntü sağlar. Ayna kullanıldığı ve ters görüntüyle sonlandığı için, buna, «dolaylı göz dibi» muayenesi de denir.
Resimdeki (sağda) oftalmoskopta, ışığın iletilmesi için prizma yerine ayna kullanılır. Böylece, görme ekseni ile gönderilen ışığın ekseninin üst üste gelecek biçimde yaklaştırılmasıyla, küçük ya da genişlememiş gözbebeğine ışığın yöneltilmesi kolaylaştırılmaktadır. Merceklerin ve deliklerin ayarı, doktor tarafından, muayene sırasında tek parmakla yapılabilir.

Helmholtz, enerjinin korunumu, renk körlüğü, işitme duyusu fizyolojisi gibi konularda araştırma yapan bir fizikçi ve fizyoloji uzmanıydı. Ama genellikle «*Fizyolojik Optik El Kitabı*» (1856-1866) adlı yapıtıyla ün yaptı. 1851'de göze, ayna yoluyla bir ışın demeti göndermeyi düşündü. Aynada açılacak küçük bir delikten, göze bakılabilecekti.

Göz muayenesinde, göz boşluğunun gözbebeğinden görünen bölümünün, yani *göz dibi*nin görülmesi önemlidir. Göz içindeki olağandışı durumlar, ancak bu yoldan ortaya çıkarılabilir. Şeker hastalığı gibi birçok hastalığın ilk belirtileri, göz içinde ortaya çıkar. Bununla birlikte, delikli ayna göz dibi muayenesinde yetersizdir. Delikli ayna, yalnızca kırmızı bir şekil yansıtır. Helmholtz, beş kez büyütülmüş, ters bir görüntü elde edebilmek için, odak uzunluğu yaklaşık 10 cm olan bir toplayıcı MERCEK kullanmak gerektiğini bulmuştur. «Dolaylı oftalmoskop» adı verilen bu ayna ve saplı toplayıcı mercek bileşimi, göz muayenelerinde yaklaşık 1920 yılına kadar kullanılmıştır.

Günümüzde göz dibi muayeneleri, saplı bir aygıtla dolaysız yoldan yapılır. Aygıtın sapına yerleştirilen pillerle çalışan küçük bir lambadan çıkan ince ışın demeti, bir prizmadan ve çelik ya da camdan yapılmış bir delikli aynadan geçirilerek, hastanın gözbebeğinden gözün içine yöneltilir. On beş kez büyütülmüş görüntü, aynadaki delikten izlenir ve bir döner mercek sistemiyle odaklanır. Görüntüyü odaklamak için gereken büyütme gücü, gözün kırma kusurunu gösterir ve kabaca da olsa, hastanın kullanması gereken gözlük camı konusunda bilgi verir. Ancak bu özellik, aygıtın asıl işlevi olan göz dibi muayenesinin yanında, ek bilgi sağlamaktan öte bir anlam taşımaz.

Oftalmoskopların çoğu, çeşitli filtrelerle donatılır: Sözgelimi, beyaz ışıkta görülemeyen nesneleri gösterip, kırmızı ışığı geçirmeyen polarıcı levhalar gibi. Ayrıca, retina üstüne bir ağ görüntüsü düşürerek istenen noktanın konumunu belirleyen parçalar da vardır. Lazer ışınları veren yeni bir tür oftalmoskopsa, göz ameliyatlarında çıkarılan ağtabakanın çevresindeki dokunun kanamasını önlemede kullanılır. Klinik araştırmalar ve ayrıntılı muayeneler için, bir tabla üstüne yerleştirilmiş çift okülerli oftalmoskoplar da vardır. Bunlarla, göz dibinin yaklaşık on beş kez büyütülmüş üç boyutlu görüntüsü elde edilir.

Saplı oftalmoskopla göz muayenesi. (altta) Aygıtın sapında, küçük lambaya elektrik sağlayan piller vardır. İnce bir ışın demeti, gözbebeği yoluyla gözün içine yöneltilir.

OHM, GEORG SİMON (1787-1854)

ELEKTRİK'in yüzyıllardır bilinmesine karşılık, elektrik akımı ilk kez, Alessandro VOLTA tarafından 1800 yılında (Ohm 13 yaşındayken) üretildi. FİZİK'in bu yeni ve ilginç alanında Ohm da, kendi adını taşıyan temel yasayı buldu.

Bir çilingirin oğlu olan Ohm, Bavyera'da, Erlangen'de büyüdü. Babası, mesleğe atılmadan önce matematik öğrenmelerini istediğinden, Ohm ve ağabeyini ilkokuldan sonra Erlangen okuluna gönderdi.

1805'te Ohm, Erlangen Üniversitesi'ne girdi. Sonraki birkaç yıl, hem Erlangen Üniversitesi'nde, hem de başka yerlerde ders verdi. 1817'de Köln'de sürekli olarak matematik ve fizik öğretmeye başladı. Bu arada araştırmaya dönme olanağı buldu. 1827'de ilk ya-

1841'de kazandığı Copley nişanıyla Ohm. (altta)

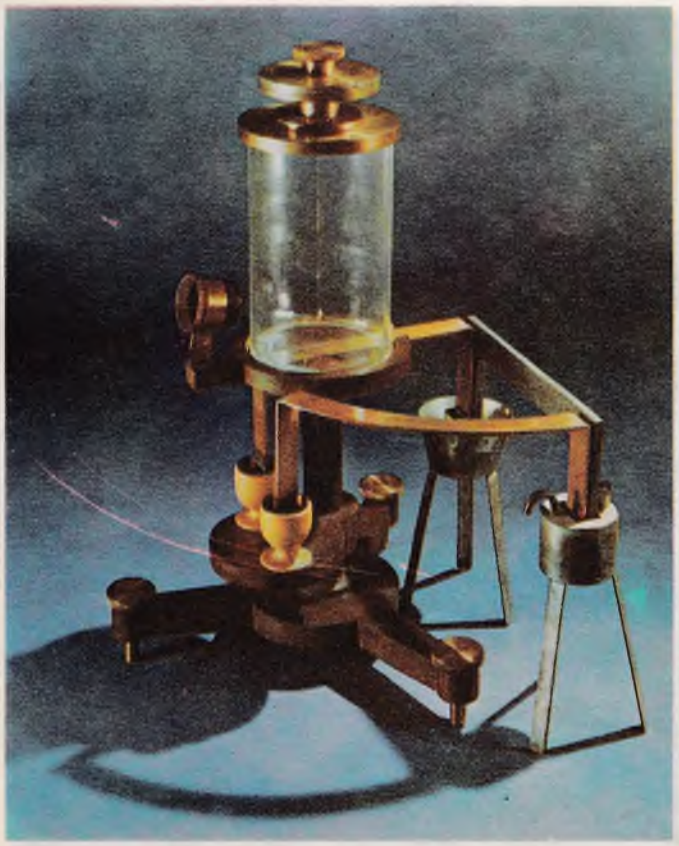
pıtı olan «*Matematik Açısından Galvani Devresi*»ni yayınladı.

Ohm'un en önemli buluşu, bir elektrik devresinde gerilim, direnç ve akım arasındaki ilişkiyle ilgilidir. Günümüzde «*Ohm yasası*» denilen bu buluş (Bk. ELEKTRİK DEVRESİ) $V=IR$ biçiminde yazılabilir. Burada, I devre akımını, V akımı oluşturan gerilimi, R de devrenin akıma karşı direncini gösterir. Böylece, gerilim iki katına çıkarılırsa akım da iki katına çıkar; direnç iki katına çıkarsa akım yarıya düşmüş olur. Direncin birimi «*ohm*» (simgesi Ω) diye adlandırılmıştır. Direncin tersi olan iletkenlik de G ile gösterilir ve birimi, Ohm'un ters okunuşu olarak *mho*'dur. İletkenlik şu iki denklemle belirlenir: $G=1/R$ ve $I=GV$.

Ohm'un buluşuyla, bilim tarihinde sık sık raslandığı gibi, daha önce yanlış ve karışık gelen bir olayın çok yalın bir bağıntısı olduğu ortaya kondu. Bununla birlikte, çeşitli nedenlerle Ohm'un sonuçları hemen kabul edilmedi. Nedenlerden biri, XIX. yüzyıl başlarında Almanya'da deney ve matematiğin doğayı anlamada yeterli olmadığı düşüncesinin ağır basmasından kaynaklanır. Bu görüşü destekleyenler, Ohm'un sonuçlarının konuyla ilgisinin bulunmadığını düşünmüşlerdir. Ohm'un sonuçlarını daha ciddiye alanlar da oldu; ama, dönemin aygıtlarıyla bunları doğrulamada zorluk çektiler. Sonunda, beklenen destek, 1840 yıllarında, İngiliz bilginlerinden geldi. Royal Society 1841'de Ohm'u Copley nişanıyla ödüllendirdi; 1843'te de Charles Wheatstone, kendi çalışmalarını Ohm'un buluşuna dayandırdığını açıkladı.

Bu beğeni, Ohm'un Almanya'daki şansını da döndürdü. Orada da ün kazanan Ohm, son yıllarını, fiziksel olayları açıklayacak bir molekül kuramı geliştirmeye çalışarak geçirdi; ama kuramı tamamlayamadan, 67 yaşında öldü.

Ohm'un galvanik çözümleme aygıtının bir modeli. (altta) İpe asılı bir pusula iğnesinden oluşan düzenek, akım ölçen bir aygıttır. Akım, o zamanki ilkel bataryaların değişen gerilimlerinden kaçınmak için, ısıyla çalışan termokupllardan sağlanıyordu.



OHM YASASI Bk. DİRENÇ

OKSİDASYON Bk. YÜKSELTGENME VE İNDİRGENME

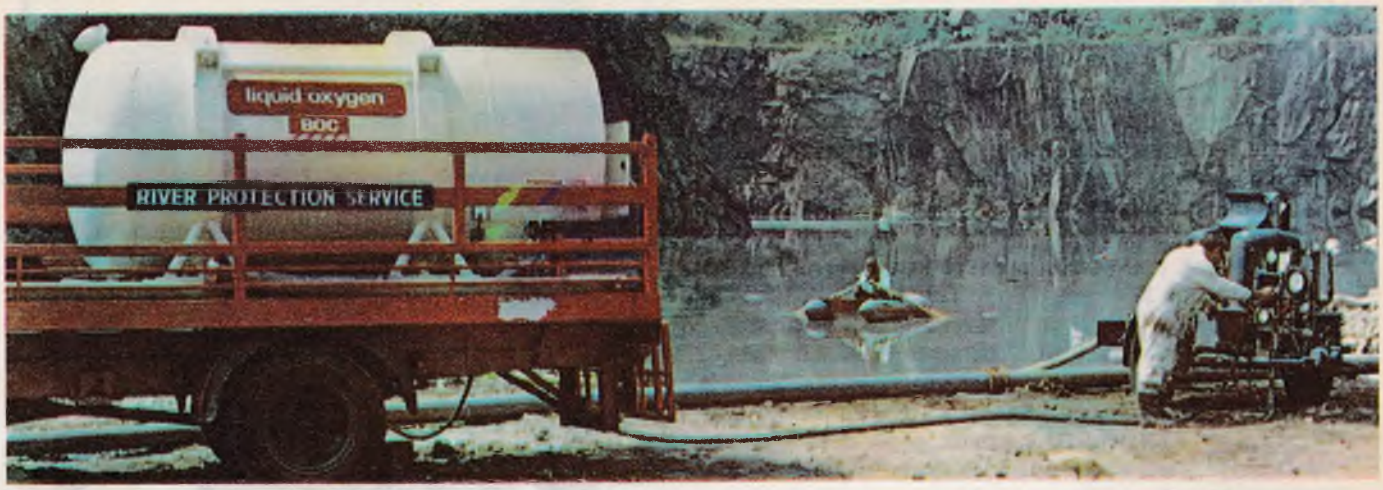
OKSİJEN

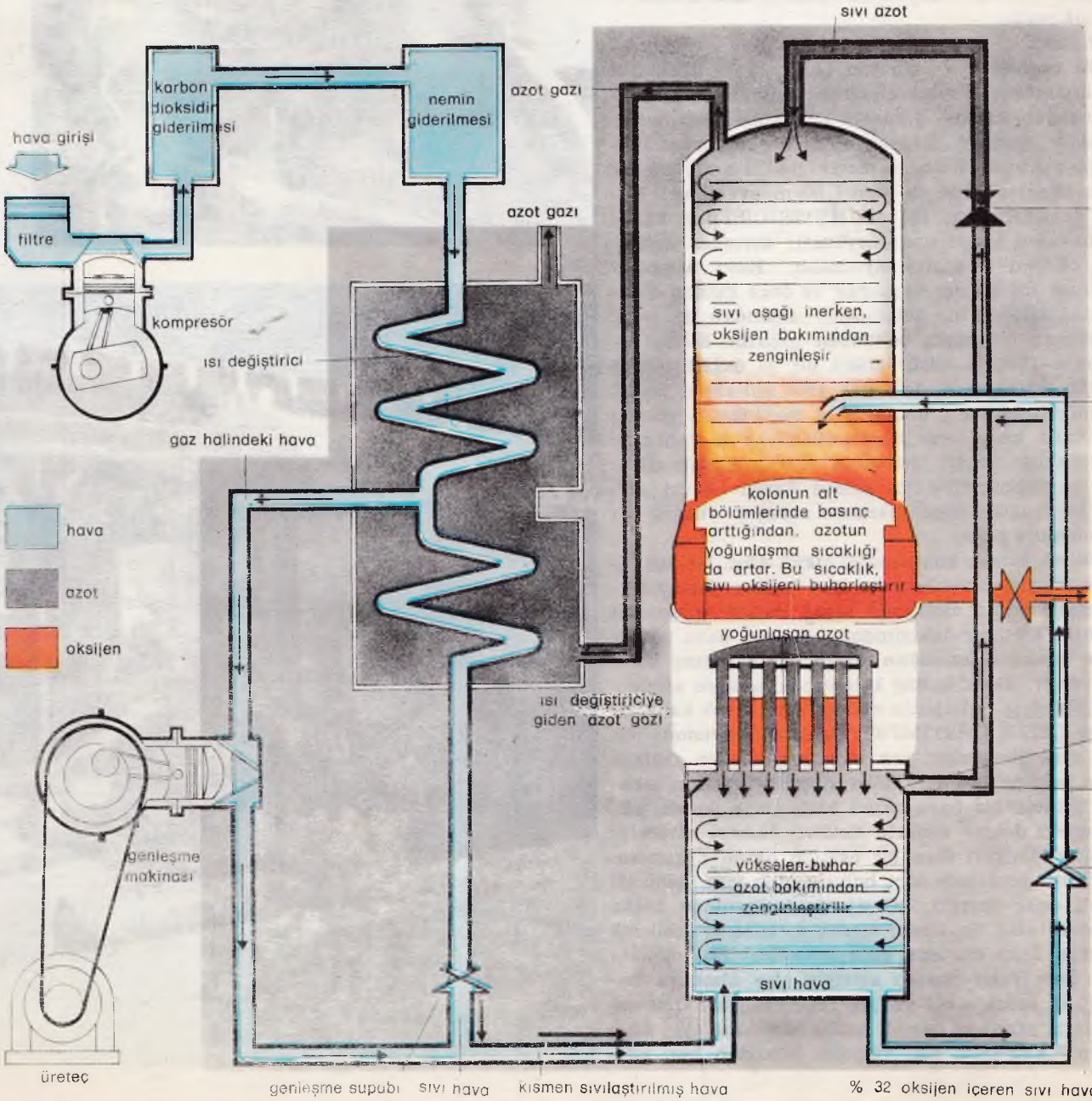
Kimyasal simgesi O olan oksijenin (atom numarası 8; atom ağırlığı 16) bulunmaşı ve modern yanma kuramının geliştirilmesi, kimyanın SİMYA'dan bütünüyle ayrılarak, modern bir bilim dalı haline gelmesine yolaçmıştır. Eski Yunan ve Arap düşünürlerinin, hava, yanma ve yaşam ilişkisinden belirsiz biçimde söz etmiş olmalarına karşılık, bu alanda XVIII. yüzyılın sonlarına kadar önemli bir buluş yapılmamıştır.

1 Ağustos 1774'te Joseph Priestley, ısının, cıva oksit üstündeki etkisini inceledi. Isıtılan cıva oksitten hava ya da gaz çıktığını ve bu gaz ya da havaya tutulan yanan bir mumun, daha şiddetli bir alevle yanmayı sürdürdüğünü gördü. Bu yeni maddeye, o çağdaki kimyasal yanma kuramına uygun olarak, «flojistonsuz hava» adını verdi (Bk. FLOJİSTON). 1875'te Paris'e yaptığı bir gezi sırasında, bu buluşu görüşmek için Lavoisier'yle ilişki kurdu. Lavoisier, duyarlı deneyler yaparak sonuçları denetledi ve Priestley'in flojistonsuz havasının, metal ve öteki maddelerle birleştiğini buldu. Elde ettiği bileşiklerden bazıları asit oluşturduğu için, flojistonsuz havaya «asit yapan» anlamında oksijen adını verdi.

Çevre kirlenmesinin olumsuz etkilerini azaltma amacıyla, bir suya oksijen pompalanması. (sağda üstte) Oksijen, sudaki canlıların yaşamlarını sürdürmelerini sağlar.

Oksijen, havanın sıvılaştırılması ve damıtılmasıyla elde edilir. (sağda altta) Hava, önce sıkıştırılır, sonra birinci ısı değiştiricide soğutulur. Genleşme makinasında basınç kalkar ve hava kısmen sıvılaştırılır. Sonra sıvı, oksijen ve azota ayrıldığı bir damıtma kolonundan geçer.


liquid oxygen
BOC
RIVER PROTECTION SERVICE


sıvı azot
karbon dioksidin giderilmesi
nemin giderilmesi
azot gazı
hava girişi
filtre
azot gazı
kompresör
ısı değiştirici
genleşme supabı
sıvı aşağı inerken, oksijen bakımından zenginleşir
sıvı hava
gaz halindeki hava
kolonun alt bölümlerinde basınç arttığından, azotun yoğunlaşma sıcaklığı da artar. Bu sıcaklık, sıvı oksijeni buharlaştırır
sıvı oksijenin alındığı yer
hava
azot
oksijen
yoğunlaşan azot
ısı değiştiriciye giden azot gazı
sıvı azotun bir bölümünü alındığı yer
azot
genleşme makinası
yükselen buhar azot bakımından zenginleştirilir
genleşme supabı
sıvı hava
üretec
genleşme supabı
sıvı hava
kısmen sıvılaştırılmış hava
% 32 oksijen içeren sıvı hava

Aşağı yukarı aynı dönemde, İsveçli eczacı Scheele ile, Priestley'inkine benzer araştırmalar yapmaktaydı. Scheele, bulduğu gaza (oksijen) «ateşli hava» adını verdi. Ne var ki, buluşunu 1777 yılına kadar yayınlamadığı için, oksijeni bulan kişi olarak Priestley tanındı.

Lavoisier, deneylerini sürdürdü ve havanın iki temel maddenin karışımı olduğu sonucuna vardı: «Yaşam için gerekli hava» ya da oksijen; içinde yaşam ve yanmanın olmadığı azot. Lavoisier, bu olgulardan modern yanma kuramını geliştirdi. Böylece modern kimyanın temeli atılmış oldu.

Üretim: Oksijenin ilk büyük çaplı üretimi, Brin yöntemiyle gerçekleştirildi. Baryum oksidin *(BaO)* basınçlı havada ısıtılmasıyla, baryum peroksit *(BaO_2)* üretiliyor, sonra da, ısı ve basınç düşürülerek, peroksit, monokside dönüştürülüyor, bu işlem sırasında oksijen açığa çıkıyordu.

$$2\ BaO_2 \longrightarrow 2\ BaO + O_2$$

baryum peroksit — baryum oksit — oksijen

Günümüzde, suyun elektroliz yoluyla bozunmasıyla oksijen üretme yöntemi pek kullanılmamakta genellikle, havanın sıvılaştırılması ve ayrımsal DAMITMA yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Tipik bir sıvılaştırma tesisinde, üç temel işlem uygulanır: Havanın temizlenmesi; ISI DEĞİŞTİRİCİSİ'nde kullanılan havanın kısmi sıvılaştırılması; ayrımsal damıtmayla oksijen ve azotun ayrılması. Hava, atmosfer basıncının 150 katına sıkıştırılır ve önce karbon dioksidi uzaklaştıran bir bölümden, ardından da nemi uzaklaştıran bir başka bölümden geçirilir. Sonra, sıcaklığın —170°C'a düşürüldüğü bir ısı değiştiricisine girer. Isı değiştiricisinde soğuk azot kullanılır. Soğuk havanın bir bölümü, genleştirme makinasına gönderilir. Orada kendi enerjisini kullanarak iş yaptığından, sıcaklığı düşer. Genleşme makinasından çıkan hava, ısı değiştiricisinden gelene katılır ve arı azot akımı ile zengin oksijen akımına ayrıldığı yüksek basınç kolonuna girer.

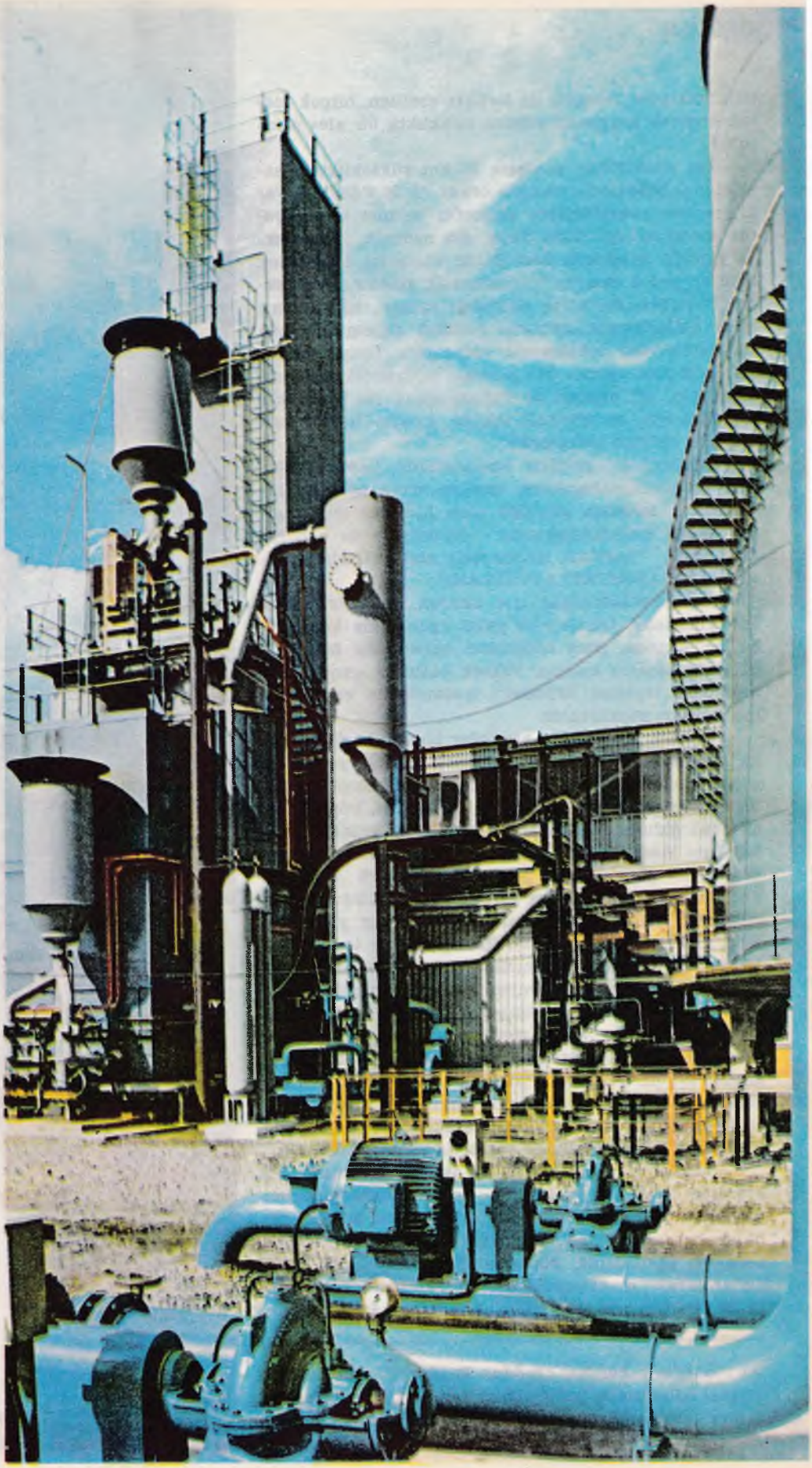
Yüksek basınç kolonundan çıkan azot, bir yoğunlaştırıcıda yoğunlaştırılır ve gaz haline dönüştürülüp, geriye doğru akıtılarak alçak basınç kolonunda kullanılır. Oksijen bakımından zengin hava akımı, yüksek basınç kolonundan alınıp, alçak basınç kolonuna verilir. Alçak basınç kolonunda, oksijen ayrılır.

Kullanılışı: Oksijenin endüstride en çok kullanıldığı yer ÇELİK ÜRETİMİ'dir. Çelik endüstrisinde bulunan yeni yöntemler, çok miktarda oksijen sağlanmasına bağlıdır. Bu yöntemlerde, çelik fırınının tabanında şiddetli bir hava akımı kullanmak yerine, akkor haldeki dökme demirin üstüne, basıncı atmosfer basıncının 10 katı olan bir oksijen akımı uygulanır. Söz konusu yöntemde azot bulunmadığı için, daha iyi nitelikli çelik üretilir. Oksijenin kullanıldığı başka bir önemli alan da, demir içeren metallerin kesilerek işlenmeye hazır duruma getirilmesidir. Bu teknikte metal, önce yakıt-oksijen aleviyle alev alıncaya kadar ısıtılır, sonra aleve yüksek hızlı oksijen akımı verilir. Metal yanar ve dar bir parça bırakarak erir. Oksiasetilen KAYNAK'ı, XX. yüzyılın başından beri kul-

Uçuşlarda kullanılacak kaba, sıvı oksijenin pompalanması. (solda) Pilotlara verilmeden önce oksijen ısıtılır ve basıncı düşürülür.

Bir hava sıvılaştırma tesisinin damıtma kolonları. (sağda) Günümüzde oksijen, aşağı yukarı yalnızca, havanın sıvılaştırma ve ayrımsal damıtma yoluyla bileşenlerine (başlıca azot ve oksijen) ayrılmasıyla elde edilmektedir.

Yüksek derişiklikteki hidrojen peroksit, roket yakıtı olarak kullanılır. (altta) Buhar halinde hemen, oksijen ve suya ayrışır. Derişikliği yüksek olan hidrojen peroksit, hem kolayca patladığı, hem de zehirli olduğu için, çok dikkatli kullanılmalıdır.



lanılmaktadır. Oksijen ile birlikte asetilen, birçok metali eriterek kaynatan yüksek sıcaklıkta bir alev oluşturur.

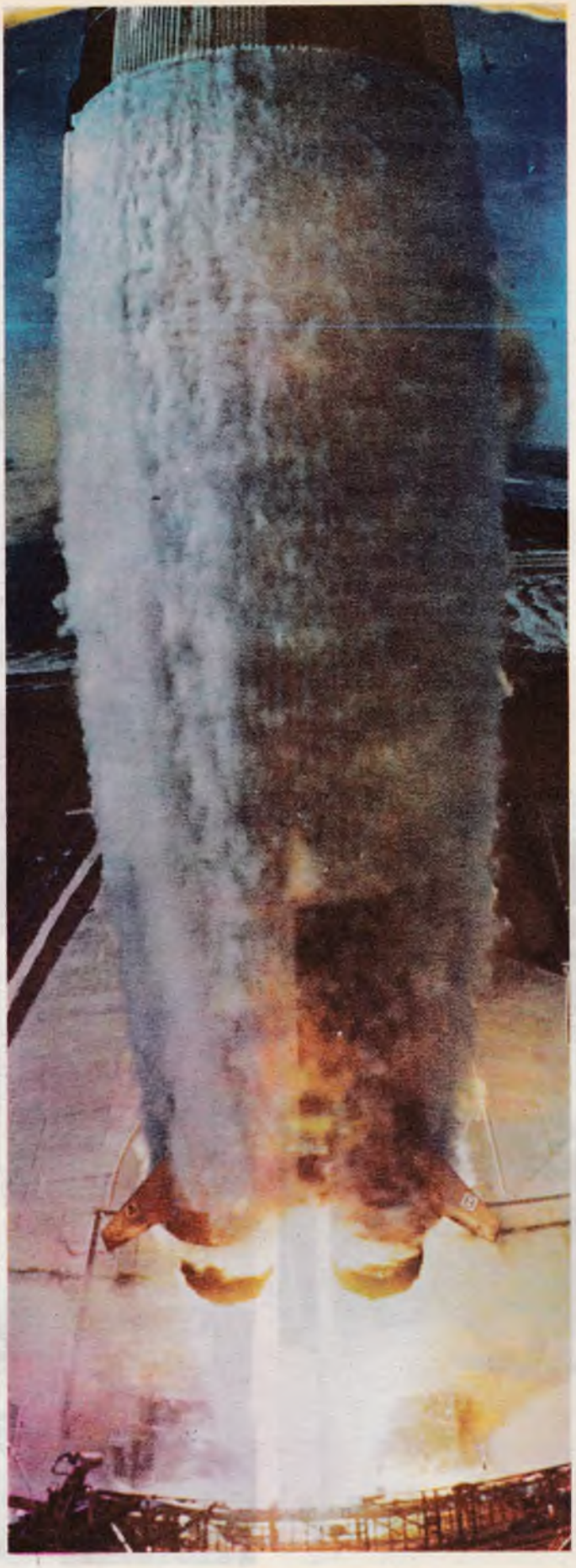
Yer yüzeyinden yaklaşık 22 km yükseklikteki atmosfer tabakasında, oksijen oranı, % 20,9'dur. Ne var ki, yerden yükselindikçe atmosfer basıncı ve oksijenin kısmi basıncı hızla düşer. Bu nedenle, yüksekler-de yapılan uçuşlarda hem kabin basıncını ayarlamak hem de yedek oksijen bulundurmak gerekir. Denizlerde, 75 m'den derinlere dalındığı zaman, sıkıştırılmış hava kullanılması, dalgıcın dolaşım sisteminde azot kabarcıklarının oluşmasına yolaçabilir (hava, yaklaşık % 78 azot içerir). Öte yandan, zehirleyici etkisi olduğu için, arı oksijen de kullanılamaz. Bu derinlikte solunum için en elverişli madde, oksijen ile bir asal gaz olan helyum karışımıdır.

Günümüzde, modern hastanelerde, hasta odalarına ve ameliyathanelere, oksijen veren borular döşenmekte, solunum güçlüğü olan hastalar için oksijen çadırı kullanılmaktadır. Anestezide de oksijen, azot oksit, halotan, siklopropan gibi gazlarla karıştırılır (Bk. ANESTEZİ AYGITLARI).

Uzay endüstrisinde sıvı oksijen, roketleri itmek için kullanılır. Oksijen ve yakıt (genellikle kerojen), basınç altında, itme bölümüne verilir. Bu bölümde, yakıt ve oksijen karışıp, yüksek basınçta yanar. Gaz halindeki tepkime ürünleri hızlandırılır ve yüksek hızda dışarı püskürtülür.

Oksitler: Oksijenin, atmosfer hacminin % 20,9'unu oluşturduğu ve birçok elementle tepkimeye girdiği gözönüne alındığında, doğada çok sayıda oksit bulunması şaşırtıcı gelmez. En iyi bilinen oksit, eskiden bir element olduğu düşünülen sudur. Susuz yaşam düşünülemez. Ama, doğada arı su bulunmaz. Suyun arılığı kaynağına göre değişir. Deniz suyunda, % 3,5'a kadar varan derişiklikte tuz vardır. Arı su, kimyasal formülünün H_2O olmasına karşılık, polimer yapıdadır (Bk. POLİMER VE POLİMERLEŞME) ve bu yüzden $(H_2O)n$ biçiminde simgelenmesi daha doğru olur. Moleküller birbirlerine, hidrojen atomları yoluyla, «*hidrojen bağları*» denilen kimyasal bağlarla bağlanmışlardır (arı suyun yapısı uzun yıllar tartışma konusu olmuştur). Öteki kimyasal bileşiklerle karşılaştırıldığında, suyun, olağandışı kimyasal özellikler taşıdığ görülür. 100°C olan kaynama derecesi ve 0 °C olan erime derecesi, beklenilenin üstündedir. Suyun bu özellikleri, ancak polimer yapısıyla açıklanabilir.

Hidrojenin ikinci oksidi, iki oksijen atomunun iki hidrojen atomuyla birleşerek oluşturduğu hidrojen peroksittir (H_2O_2). 150 yıldır bilinen bu bileşik, arı halde kararsızdır: su ve oksijen oluşturarak kolayca bozunur. Endüstride, platin anot ve KURŞUN katot kullanılarak *amonyum hidrojen sülfatın* (NH_4HSO_4) ELEKTROLİZ'iyle elde edilir. Arı halde kararsız oldu-



Apollo II'nin kalkışı, (sağda) Satürn V roketinin birinci bölmesinde yakıt olarak sıvı oksijen ve kerojen, ikinci bölmesindeyse sıvı oksijen ve hidrojen kullanılmıştır.

ğundan, seyreltik çözeltileri kullanılır. Su ve oksijen oluşturarak bozunduğu için, kuvvetli bir yükseltgeyicidir (Bk. YÜKSELTGENME VE İNDİRGENME). Hem evlerde, hem de endüstride, ağartma amacıyla çok kullanılır. Dokumaya ya da liflere zarar vermeden, boyaları yükseltgeyerek renksiz maddelere dönüştürür.

Endüstride önemli olan birçok metal (demir gibi), doğada oksitler halinde bulunur. Arı metaller, *indirgeme* işlemiyle elde edilirler. Demir, oksitlerinden elde edilebilmesine karşılık, hava ve nem etkisiyle yavaş yavaş yeniden oksitlerine dönüşür. Bu sürece «paslanma» adı verilir.

Ozon: Ozon (O_3), oksijenin bir alotropudur. Başka bir deyişle, aynı elementin başka bir biçimidir. Aralarındaki yapısal fark, oksijende her MOLEKÜL'de iki ozondaysa her moleküde üç atom bulunmasıdır.

Bu iki bileşiğin kimyasal özellikleri birbirine benzemez. Buna yalın bir örnek, solumadaki etkileridir. Oksijen, solunum için gereklidir; oysa ozonun milyonda bir oranından çok bulunması, insanın zehirlenmesine yolaçar. Ozonun atmosferdeki derişikliği çok düşüktür (milyonda 0,03). Bununla birlikte, stratosferde, Güneş'ten gelen kısa dalga ışınlarının oksijen üstündeki etkisi sonucu oluşmuş bir ozon tabakası vardır. Bu ozon tabakası, öldürücü ışımayı soğurduğundan, insan için yaşamsal önem taşır.

Ozon genellikle, oksijenin, kıvılcımsız bir elektrik deşarjı içinden geçirilmesiyle elde edilir. Bu yolla, oksijen içinde %5'ten çok ozon elde edilebilir. Ozon, kuvvetli yükseltgeyici özelliği nedeniyle, suyun mikroptan arındırılmasında ve havanın temizlenmesinde de kullanılır. Ayrıca, organik kimyada, ozonun HİDROKARBON etilen gibi doymamış bileşiklerle tepkimesi olan *ozonoliz*de, ozondan yararlanılır.

OPTİK

Optik, IŞIK'ın yapısını ve özelliklerini araştıran bir fizik dalıdır. Üç ana bölüme ayrılır: Işık ışınlarıyla ilgilenen *geometrik optik*; ışığın yapısı ve özellikleriyle ilgilenip, ışığı dalga hareketi olarak ele alan *fizik optik*; maddenin atom yapısı ile ışığın etkileşimini ele alan *kuvantum optiği*.

Geometrik optik: Bu dalda, ışığın, homojen bir ortamdan geçerken bir doğru boyunca yayıldığı kabul edilir. Işık yalnızca, değişik iki *ortam*ın ara kesitinde yön değiştirir. Işın demetinin yolunda bulunan bir katı cismin keskin gölgeler oluşturması, ışığın bir doğru boyunca yol aldığını gösterir. Işığın belirli bir madde içindeki hızı değişmez. En yüksek hıza vakumda ulaşır (299 792,5 km/saniye). Işık, havada en yüksek hızına yakın bir hızda gider. Buna karşılık, cam ya da su gibi ortamlarda, oldukça yavaşlar.

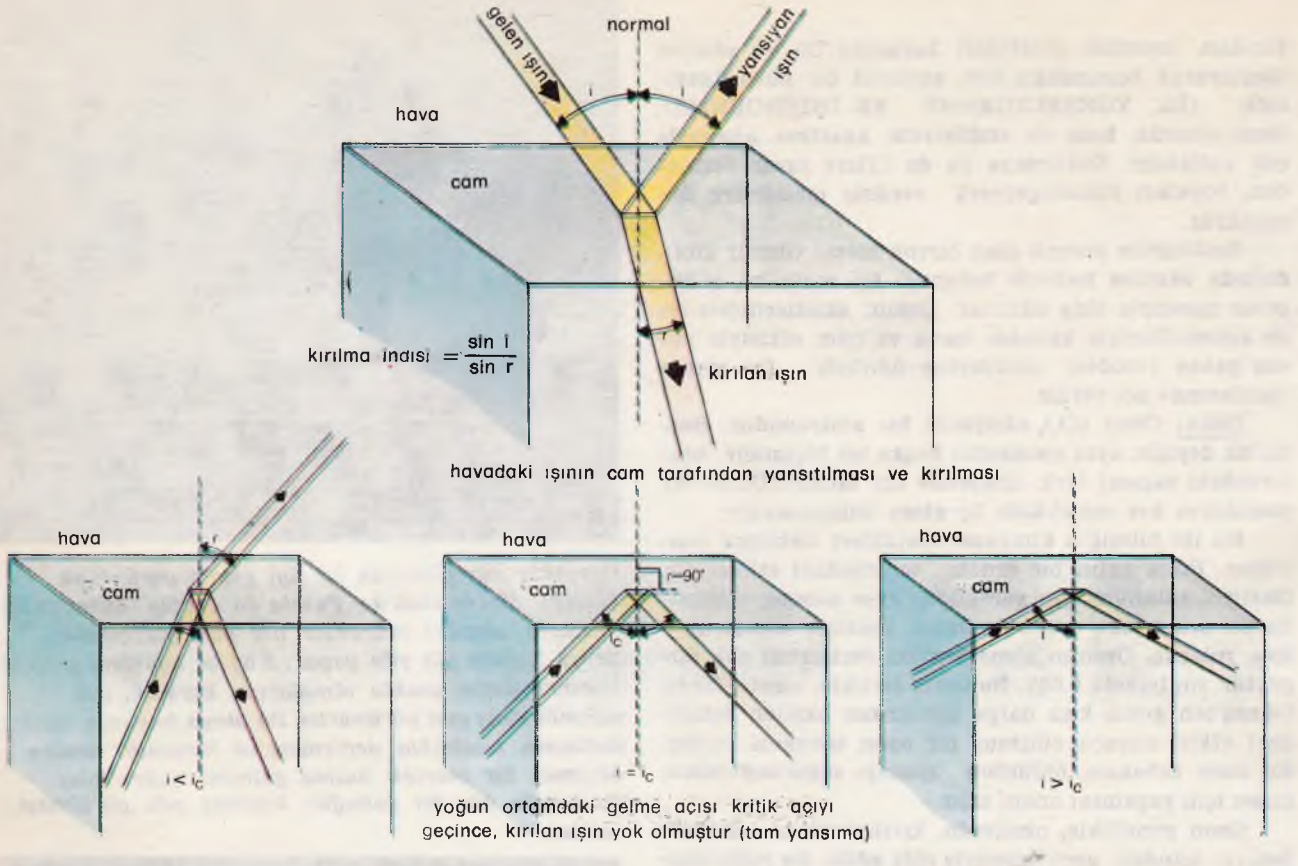
Geometrik optik, *yansıma* ve *kırılma* kuramlarına dayanır. Söz konusu kuramlar, düz ya da eğrisel AYNA ve MERCEK'lerden oluşan optik düzeneklerin oluşturduğu görüntülerin yerlerini saptamak için gerekli bütün bilgileri içerir. Bir ışık ışını, hava ile cam

Gerçekte var olmayan bu ilgi çekici görüntüyü (üstte) Macaristan'da Puszta'da («çöl» anlamında macarca sözcük) oturanlar her gün görebilirler. Serap havayı göl gibi yapar. Köy ve ağaçlar, gerçekte kilometrelerce uzakta olmalarına karşılık, çok yakındaymış gibi görünürler. Bu olaya, havanın kırılma indisinin sıcaklıkla değişmesi ve havanın gazdan oluşmuş bir mercek haline gelmesi neden olur. Su içinde düz bir çubuğun kırılmış gibi görülmesi. (altta)

gibi iki farklı ortamın ara yüzeyine geldiğinde, genellikle daha zayıf iki ışına bölünür. Biri ışının geldiği ortama geri yansır, ikincisi de kırılır. Kırılan ışın, ikinci ortama geçer; ama bu sırada hızı değişir, bunun sonucu olarak (yüzeye bir açıyla geliyorsa), yönde de sapma görülür.

Işık ışınının gideceği yönü, ara yüzeye çarptığı noktada, yüzeye dik doğrultu olan *normal*le yaptığı açı belirler. Gelen ışın ve normal, «*gelme düzlemi*» adı verilen bir düzlem ortaya çıkarır. Yansıyan ışın da gelme düzlemi içindedir. Yansıma açısı gelme açısına eşittir. Kırılan ışın da aynı düzlem içindedir. Kırılan ışının yönünü, söz konusu ortamların *kırılma indisi* belirler. Bir maddenin kırılma indisi, ışığın o madde içindeki hızı ile vakumdaki (ya da pratik bakımdan havadaki) hızı arasındaki orana eşittir. 1621'de Hollandalı bilim adamı W. Snell, kırılma indisinin, gelme açısının sinüsünün, kırılma açısının sinüsüne oranıyla da bulunabileceğini kanıtlamıştır.

Işık yoğun ortamdan, daha az yoğun ortama geçerken (sözgelimi camdan havaya) «*kritik açı*» de-



Camda kırılma. (üstte) Gelen ışın, hafifçe eğilen bir kırılan ışın ile daha zayıf olan bir yansıyan ışına ayrılır. Işık camdan havaya geçerken, geliş açısı, ışının bütünüyle geri yansıyacağı değerde olabilir.

nen belli bir sınır değerden sonra, kırılma yok olur ve bütün ışık geri yansır. Bu olaya «*tam yansıma*» adı verilir. Tam yansıma, DÜRBÜN, vb. araçlarda kullanılan prizmaların yerleştirilmesinde ve LİF OPTİĞİ'nde kullanılan cam liflerinin özelliklerini belirleyen ilkelerde, büyük önem taşır.

Fizik optik: Fizik optik, ışığın yapısını inceleyen bir bilim dalıdır. Optik olaylarının çoğu, yalın geometrik yaklaşımlarla açıklanamaz. KIRINMA, *girişim* (Bk. GİRİŞİMÖLÇER), POLARILMA gibi olaylar, ancak ışığın DALGA HAREKETİ'yle yayımlandığı varsayılarak tanımlanabilir.

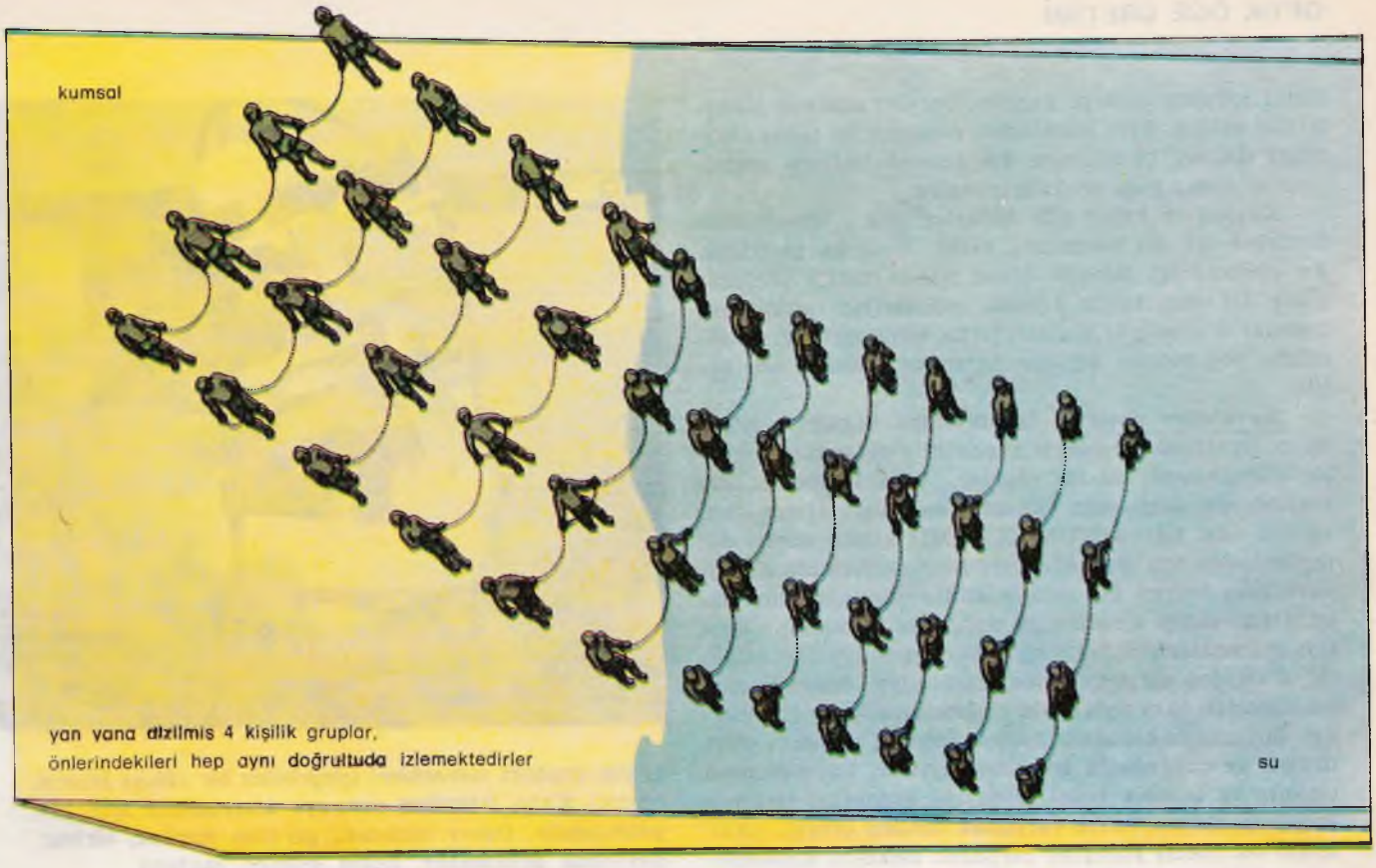
Bir ışık demeti, geniş bir yarıktan geçtikten sonra, bir perde üstüne düşerse, keskin kenarlı bir görüntü elde edilir. Oysa yarığın daraltılmasıyla durum değişir; ışık gölge bölgesine doğru yayılmaya başlar. Işığın bu bükülmesi, «*kırınma*» diye adlandırılır. Kırınma, yarık aralığı azaldıkça artar ve yarığın aralığı ışığın dalgaboyu ile aynı düzeye geldiği zaman, en yüksek değerine ulaşır (dalgaboyu, dalganın art arda gelen iki dalga tepesi ya da çukuru arasındaki uzaklıktır). Bu olay, dalga yüzeyindeki her noktanın, yeni bir dalga kaynağı olarak kabul edilmesiyle açıklanabilir. Böylece yarık, ışığın her yönde iletildiği ya da yayınlandığı ikinci bir *kaynak* özelliği gösterir.

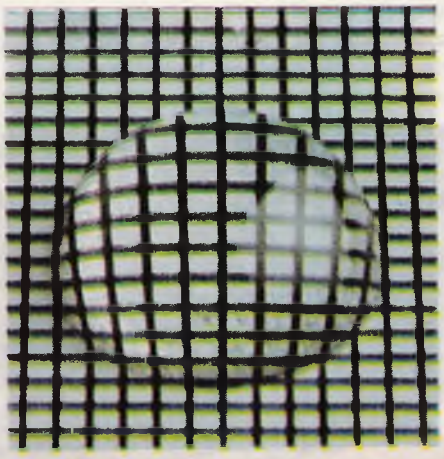
Aynı noktada birleşen iki ışık dalgası, birbirleriyle girişime uğrarlar. İlk dalganın doruk noktaları çakışıyorsa, birbirini kuvvetlendiren bu iki dalgaya «aynı fazda» denir. Ama birinin tepe noktası ikincisinin çukuru ile çakışıyorsa, bunların aynı fazda olmadığından (ya da ters fazda olduklarından) söz edilir. Ters fazlı dalgalar birbirlerini söndürürler. Bu koşullara sırasıyla, «*yapıcı*» ve «*yokedici*» girişim adı verilir. İki sınır arasında bulunan dalgalarsa, faz durumlarına göre, ya birbirlerini biraz kuvvetlendirir ya da biraz söndürürler. Girişim için temel koşul, ışık kaynaklarının uyumlu olmasıdır. Bu, söz konuşu kaynakların aynı frekansta olmaları ve aynı faz değişiklikleri göstermeleri demektir.

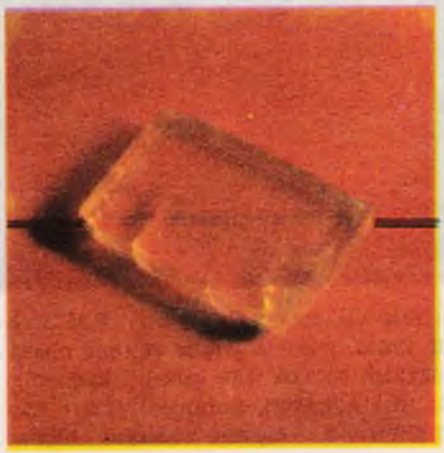
Girişim olayı, sabun köpüğünün ya da ince bir yağ tabakasının renkli görülmesine neden olur. Denetimli koşullarda oluşturulan girişim şekilleri, ışığın dalgaboyunu ölçmede kullanılabilir. Buna örnek olarak, yol farkının, ışığın kama biçimindeki hava boşluğundan geçirilerek oluşturulduğu, *Newton halkaları* girişim şekilleri gösterilebilir.

Işığın polarılması, ışık dalgalarının *enine* dalgalar olmasının bir sonucudur. Bu, titreşimin, hareket yönüne dik olan her yönde yol alabileceği anlamına gelir.

Enine titreşimler, tek bir düzlem içinde titreşebilecek biçimde sınırlandırılırsa, ışığa «*düzlem polarılmış*» ışık adı verilir. Yapay olarak gerçekleştirilen polarıcı tabakalar, ışığı düzlem polarılmış duruma getiren maddelerdir. Bu maddeler, gelen titreşimleri birbirlerine dik yönde ikiye ayıran ve bileşenlerden







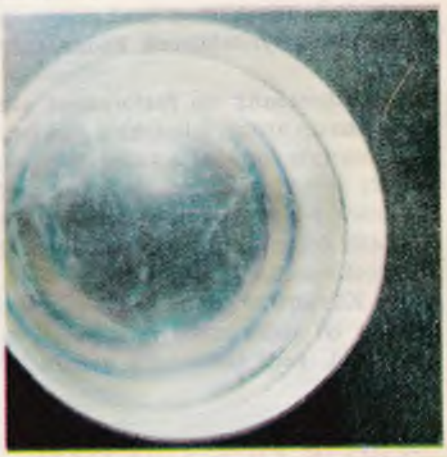
Birbirlerine zincirle bağlı kölelerin bir açı doğrultusunda suya girmeleri, kırılmayı simgeleyen bir örnektir. (üstte) Köleler suya dik açıyla girmedikçe, yollarının doğrultusu değişir.

Havanın ve suyun kırılma indisleri farklıdır. (solda üstte) Bu nedenle, gerçekte düz olan ızgara, su damlacığı altında bükülmüş gibi görünür.

İzlanda ispat billurunun yaptığı çift kırılma. (solda altta) Çift kırılma, farklı yönde, farklı kırılma indisi gösteren bazı maddelerin özelliğidir. Sonuçta iki görüntü oluşur.

Newton halkaları.(sağda üstte) Bu halkalar, kırılan ve yansıyan ışınlar arasındaki girişimle oluşur Su üstündeki yağ tabakası da benzer bir olay oluşturur. Yağ tabakası farklı kalınlıklardadır. Bu kalınlıklara bağlı olarak, her dalgaboyunda, yapıcı ya da yok edici girişimler ortaya çıkar.

Bir parabolun oluşturduğunun tersine, küresel bir yüzeyden yansıyan ışınlar, yaygın bir odak oluştururlar. (sağda altta)



birini soğurup ötekini geçiren, paralel dizilmiş billurlardan oluşur. Aynı maddeden yapılmış iki tabakadaki billur dizileri, birbirlerine dik gelecek biçimde yerleştirilirse, ışığın yolu bütünüyle kesilir.

Kuvars ve kalsit gibi billurlar, ışık titreşiminin birbirine dik iki bileşenini, farklı hızlarda geçirirler. Bu nedenle iki bileşen, billur içinde farklı yönlerde gider. İki yön, farklı kırılma indisleriyle tanımlanır. İndisler arasındaki sayısal farka billurun «*çifte kırıcılığı*», söz konusu özelliğe de «*çifte kırılma*» adı verilir.

Kuvantum optiği: Işığın dalga kuramı, ışığın atom ölçeğinde maddeyle ilişkisini açıklamada yetersiz kalmaktadır. Bu tür olaylar, Max PLANCK 1900 yılında, ışık dalgasının «*kuvantum*» ya da «*foton*» adı verilen (Bk. KUVANTUM KURAMI) küçük enerji demetlerinden (ya da paketlerinden) oluştuğuna ilişkin varsayımı ortaya koyuncaya kadar tanımlanamamıştır. Daha sonra Einstein ile Bohr gibi bilim adamlarının çalışmalarıyla, fotonların varlığı doğrulanmıştır.

Compton olayı ile fotoelektrik olayı, foton kavramı olmadan tam anlamıyla açıklanamayacak iki olaydır. Bir ışınım, bir atom üstüne düşerse, ışınımın yönü değişir ve çoğunlukla frekansı zayıflar. Bu, Compton olayıdır ve tanecik (yani foton) ile atomdaki elektron arasında oluşan esnek çarpışma sonucu ortaya çıkar. Işığın bir metal yüzeyine çarparak elektron koparmasına, «fotoelektrik olayı» denir. Bu olay, gelen demetteki fotonların, bombardımana uğrayan elektrona, metalden ayrılabilecek kadar enerji vermesiyle oluşur.

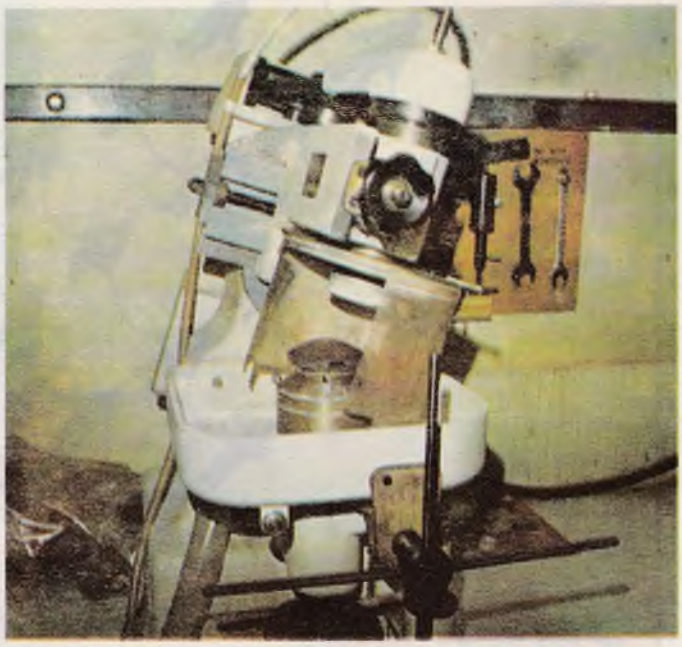
Flüoresans ve *fosforesans* süreciyle ışık enerjisi oluşması, atom içindeki elektronların enerjilerinin artmasıyla ortaya çıkar. Bir atomdaki elektronlar, belli sayıda enerji düzeylerine yerleşebilirler ve daha yüksek bir enerji düzeyine geçmeleri, ancak gelen demetin fotonlarının vereceği belli bir enerji paketiyle gerçekleşebilir.

Kuvantum optiğinin gelişmesi, optik olayların daha iyi anlaşılmasıyla sonuçlanmış ve lazerde olduğu gibi, yeni teknolojik gelişmelere kaynak oluşturmuştur.

OPTİK ÖĞE ÜRETİMİ

Optik öğe üretiminin temel ilkelerinde XVII. yüzyıldan bu yana önemli bir değişiklik olmamıştır. Optik öğe üretiminde en önemli işlem, yüzeylerin (mercekler ve bazı aynalar için küresel biçim, düz aynalar ve prizmalar içinse düzlem yüzey), duyarlı biçimde cilalanmasıdır. Yüzeylerin, kırınıma uğrattıkları ya da yansıttıkları dalgaların boyutlarından daha düzgün olmaları gerektiğinden, optik öğelerde aranan duyarlık, normal ölçülere göre son derece yüksektir.

Optik öğelerde kullanılan ölçüler çok küçüktür. Bu yüzden, genellikle ışığın dalgaboyu cinsinden belirtilirler. Birim olarak, bir DEŞARJ TÜPÜ'nden salınan sodyum ya da cıvanın 5 000 angströmlük ya da 0,5 mikronluk dalgaboyları alınır. Sözgelimi, yarım



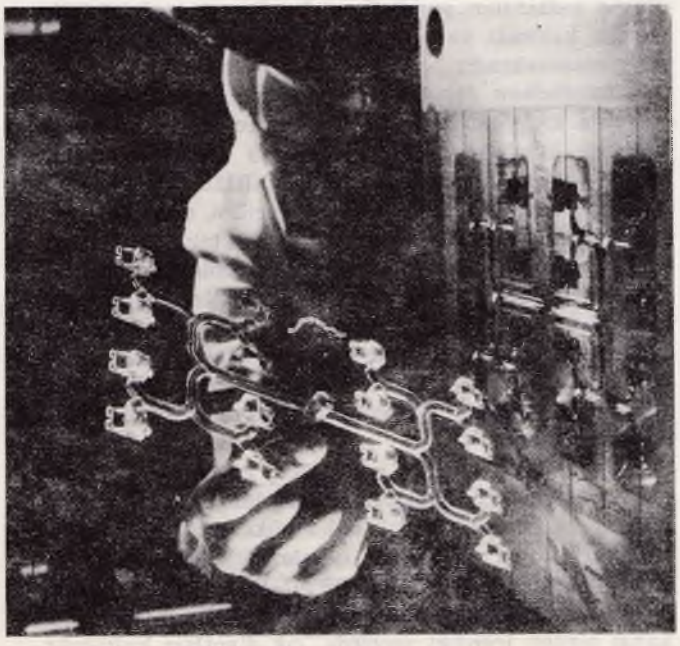
13 cm çaptaki mercekleri işleyebilen bir elmas frezesi. (üstte) Kafa, istenilen yarıçapı üretebilmek için yan yatırılabilir. Döner tutucuda görülen mercek, birkaç dakikada yapılmıştır. İşlem bitince, makina kendiliğinden durur.

Prizmanın açılarında son düzeltmeler elle yapılır. (altta) İnce kanallı katran cilalayıcının düzgünlüğü, belirli aralıklarla masada görülen biçimlendiriciye sürtülerek korunur.

dalgaboyu duyarlıkla cilalanmış bir yüzey, 0,25 mikron kadar düzdür (yani, yüzeyin çukur ve tepe noktaları arasındaki uzaklık en çok 0,25 mikron kadardır). Bir TELESKOP'ta ana aynanın, kuramsal eğriye (paraboloit diye adlandırılan küresel olmayan biçim),

Resimdeki (üstte) mercek cilalama aygıtı, orta nitelikte çok sayıda mercek üretimi için kullanılır. Newton halkaları bloğun fazla eğimli olduğunu gösterirse, cilalayıcı alta, blok üste konularak hata düzeltilir. İki yan da tıraşlanınca, mercek kenarları, bakışımlı olacak biçimde kesilir.

Kalıbından çıkarılmakta olan bir plastik mercek grubu. (altta)



0,025 mikron toleransla uyması gerekir. Yansıtma, ışını, geliş açısının iki katı bir açıyla saptırdığından, ayna yüzeylerinin merceklerden daha duyarlı olması gerekir.

Düz ve eğrisel yüzeyleri üretmede her zaman geçerli olan bir ilke vardır. Aralarında bir aşındırıcı madde bulunan iki disk birbirlerine sürtülürse, yüzey pürüzleri yontularak ortadan kalkar. Sürtme hareketi ileri-geri olursa, iki diskin yüzeylerinin de düz olacağı sanılabilir. Oysa hareket, ortaya iki eğri yüzey çıkarır. Alttaki hareketsiz disk dışbükey, üstteki hareketli disk de içbükey olur. Bütünüyle bakışımlı bir yüzey elde etmek için, üstteki disk ters yönde dönüp ileri-geri hareket yaparken, alttaki disk de döndürülür. Bir tıraşlama makinasıyla iki işlem birden otomatik olarak yapılabilir.

Söz konusu biçimde işlenen diskin eğrisi, küreseleyakındır. Üretilecek optik öğe küresel biçimli olmasa bile, optik işlemlerin çoğu bu ilkeye dayanır. Optik amaçlar için kullanılan düz bir yüzeye, yarıçapı sonsuz büyük bir kürenin parçası olarak bakılır. Uygulamada tıraş öğesi, tıraşlanması istenen öğeden daha büyük yapılır. Küresel aynalar ve mercek yüzeyleri, eğrilik yarıçaplarıyla, yani parçası oldukları kürenin yarıçapıyla tanımlanırlar. Bu değer, öğenin ne kadar yakınsak ya da ıraksak olduğunu belirler. Eğriliği fazla olan yüzeylerin üretimi, genellikle daha zordur.

Camın kesilmesi: İşlenmemiş camın kenarı, suda eriyebilen yağlarla soğutulan ve camı hızla kesebilen, düzgün bir elmas daire testereyle kesilir. Kırılabilir bir madde olmasına karşılık cam, elmas takımlarla metaller gibi işlenebilir. Sözgelimi, bir tornada işlenebilir ya da bir freze tezgâhında, içine delik açılıp kaba biçimlendirmeler yapılabilir.

Bu tür makinalarla biçim verilmiş camın, AŞINDIRICILAR'la (genellikle alüminyum oksit tozu ya da suyla karıştırılmış lal taşı) yüzeyinin cilalanması yeterlidir. Bu düzeltme işlemi, uygun eğimli bir kafaya balmumuyla ya da reçineyle tutturulmuş birden çok öğeye aynı anda uygulanabilir. Öğeler daha sonra, bir biçim vericiyle tersine biçimlendirilmiş ve düzeltilmiş demir parçayla işlenir. Dışbükey parçanın içbükey biçim vericisi, içbükey parçanın da dışbükey biçim vericisi vardır. Ortaya çıkan küresel eğri yüzey, ya optik yolla ya da *sferometre*yle ölçülür. Sferometre, mekanik olarak eğriliği ölçen bir aygıttır.

Cilalama: Duyarlı bir cilalama, genellikle önceden biçimlendirilmiş katrandan (odun ya da kömürden elde edilmiş) oluşan cilalayıcılarla yapılır. Düşük nitelikteki optik parçalar, katran yerine keçeyle de cilalanabilir. Buna karşılık bazı optik parçaların özel cilalayıcı maddelerle işlenmesi gerekir. Katran ağdalı bir sıvı olduğundan, zamanla, işlenen parçanın biçimini alır. Bu yüzden, katranın sertliğinin özenle ayarlanması gerekir.

Bir başka sorun da, işlem sırasında SÜRTÜNME'nin ortaya çıkardığı ısınmadır. Camın orta bölümlerine oranla, kenarları daha çabuk soğur. Bu durum, yüksek nitelikli işlemlerde, önemli bir değişkenin olaya karışmasına neden olur. Sorun, geniş bir sıcaklık aralığında, genleşme katsayısı aşağı yukarı sıfır olan cam ve seramik çeşitlerinin geliştirilmesiyle kısmen çözülmüştür. Ne var ki, söz konusu önlemler, billur yapısı nedeniyle, merceklerden çok, yansıtıcı parçalar için uygundur.

Parçalar, denetlendikten sonra kafadan çıkarılır ve gerekiyorsa öteki yüzleri de düzeltilip cilalanır. Düz yüzleri olan prizmalar, aynı biçimde, metal kafalarla ya da alçıyla tutturularak işlenir. Prizmanın açıları, açıları önceden bilinen bir ana prizmayla karşılaştıran «*açı dekkoru*» adlı aygıtla denetlenir. Açının düzeltilmesi genellikle elle yapılır (gereken uca daha çok basınç yapılarak) ve yarım yay saniyesi düzeyinde bir doğruluk elde edilebilir.

Büyük (sözgelimi 10 cm çapında), çok eğimli ya da iyi nitelikli optik parçalar, tek tek işlenerek üretilir. Bu yüzden, bunlar, ötekilere oranla daha pahalı olur. Öte yandan, hangi nitelikte olursa olsun, küresel olmayan bütün parçaların son işlemlerinin elle yapılması gerekir. Çok sayıda parça üretilecekse, parçaların çoğu döküm kalıplamayla ya da özellikle geliştirilmiş bir tornada elmas uçlarla (elmasın uç noktası bir molekül çapına kadar indirilebilir) işlenir. Bazı ürünlerde yarım dalgaboyuna kadar doğruluk elde edildiği öne sürülüyorsa da, bu nitelik, ticari üretime yansımamıştır.

Denetleme: Optik öğeler değişik yollarla denetlenir. En yaygın yöntem, üretilen parçanın, istenen biçim ve doğrulukta olan referans yüzeyi altına konulup incelenmesidir. İki yüzey aşağı yukarı aynı olmazsa, Newton halkaları görülür. Girişim sonucu oluşan parlak, kara çizgiler olan ve ıslak bir taşa yağ damladığında ortaya çıkan renkli halkalara benzeyen Newton halkaları, iki yüzey arasındaki kama biçimli hava tabakası nedeniyle ortaya çıkar. İki yüzey birbirine benzerse, halkalar görülmez. Görülebilirliği artırmak için, ışık saçakları, cıva ya da sodyum ışığı gibi tek renkli ışıkla incelenebilir.

Standart dışı yüzeyler ve referans yüzeyleri üretiminde, değişik denetleme yöntemleri kullanılır. Bunların en yalını *Foucault deneyi*dir. Söz konusu deney, öğeden gelip de istenen odağa yönelmeyen ışınların yolunun bir bıçak sırtıyla kesilmesiyle uygulanır ve aşağı yukarı, GÖRÜNTÜLEMEYE YARDIMCI TEKNİKLER'de kullanılana benzer.

En yeni denetleme biçimiyse, görüntüyü nesnenin bir kopyası ile karşılaştırırken, ışığın girişimini ölçme yöntemidir. Görüntü, ışığı saçan bir taşlanmış cam plakada oluşturulur. Böylece hata, optik yüzey yerine, görüntüde incelenir.

Bu yöntemlerle görüntü ancak optik eksende denetlenebilir. Ama fotoğraf makinası ya da projeksiyon makinası mercekleri gibi çok parçalı düzenekler, *modülasyon transfer fonksiyonları*yla denetlenmektedir. Söz konusu yöntemde, farklı aralıklarla yerleştirilmiş siyah beyaz çizgilerden oluşan deney çiziminin görüntüsü, fotoelektrik yolla taranır. Böylece, görüntü ile cisim arasındaki farklar, merceğin görüş alanı içindeki bütün noktalar için ayrı ayrı hesaplanabilir.

Başka yöntemler: Günümüzde çok yaygınlaşmış olan ucuz fotoğraf makinalarında, tek kalıpla dökülmüş plastik mercekler bulunmaktadır. İlk plastik mercek, 1934 yılında İngiltere'de yapılmıştır. Bunlar hem ucuzdur, hem de seri olarak üretilen cam merceklerle aynı niteliktedir. Plastik (akrilik ya da stiren), yerine takılırken biraz biçim değiştirir. Ama kalıp yapılırken buna göre tolerans verildiğinden, bu özellik önemli bir sorun yaratmaz.

Cam yüzeylerindeki son işlemler için, İYON TAHRİĞİ aygıtlarındaki gibi üretim yapan iyon demetleri kullanan yeni bir yöntem geliştirilmiştir. Argon gibi ağır bir gazın iyonları, yaklaşık 10 kV'luk bir potansiyelde, 1 mm kadar dar bir demet biçiminde kullanılır. Demet, yüzeyi, saatte 1 mikronluk hızla aşındırır. Bu yöntem, çok duyarlı cilalama gerektiğinde kullanılır.

OPTOELEKTRONİK

Optoelektronik, görünür ışığın ya da KIZILALTI IŞINIM'ın algılanması, ölçülmesi, iletimi ve görüntülenmesi amacıyla kullanılan elektronik aygıtlara verilen bir genel addır. Televizyon, algılama ve görüntüleme süreçlerine bir örnektir. Görüntüsü iletilmek istenen sahneden gelen ışınlar, bir *fotoiletken tabaka* tarafından algılanır. TELEVİZYON alıcısının içinde yeralan tabakanın üstüne ışık düştüğü zaman, elektrik direnci azalır. Kamera çıkışı bir radyo frekans sinyaline dönüştürülüp, alıcı antene gönderilir ve görüntü, TELEVİZYON alıcısı KATOT IŞINI TÜPÜ'nün ekranında belirir.

Görüntüleme ve algılama amacıyla, katot ışını tüpü ile FOTOÇOĞALTICI TÜP gibi vakum tüpleri, yaygın olarak kullanılır. Fotoçoğaltıcı, çok zayıf ışık sinyallerini algıladıktan sonra, bunları şiddetlendirerek, kolayca ölçülebilecek düzeyde elektrik akımına dönüştüren bir aygıttır. ELEKTRONİK'te doğrultucu olarak kullanılan *yarıiletken diyotlar*, optoelektronikte ışık kaynağı ve algılayıcısı olarak günden güne yaygınlaşmaktadır.

Yarıiletken diyotlar: Yarıiletken DİYOT, elektrik akımına karşı sınır ya da engel görevini üstlenen bir bölgeyle ayrılmış n-tipi (elektron fazlası olan) ve p-tipi (elektron eksikliği olan) YARIİLETKEN'lerden oluşur. Doğru yönde uygulanan gerilim, sınır bölgenin engellemesini azaltır ve akım hızla artar. Karşıt yönde gerilim uygulandığı zaman, sınır bölgenin engellemesi artar ve akım geçmez. Diyot, gerilim uygulanmadan ya da ters yönde gerilim uygulanarak, ışınım bulucusu ve *fotodiyot* olarak kullanılır. Işıma, daha yüksek enerjilere ulaştırarak, elektronların sınır bölgeyi aşmalarını sağlar. Böylece, dış devrede akım ya da gerilim yükselir.

Uygulanan gerilim yeterince yükselince, uyarılmış elektronlar, çarpıştıkları atomlardan başka elektronlar da koparır ve çok daha yüksek bir *akım* oluştururlar. Buna, «*çarpışma iyonlaşması*» ya da «*elektron çığı*» adı verilir. LİF OPTİĞİ'yle çalışan haberleşme sistemlerinde olduğu gibi, sinyalin birçok frekansı birden içerdiği yerlerde, çığ diyotları kullanılır.

Diyot doğru yönde çalıştırıldığı zaman, uygulanan gerilim, elektronları sınır bölgenin öteki yanına ulaştırır. Orada, daha düşük enerji düzeylerine inen elektronlar ışıma yaparlar. Işınımın rengi, başlangıç enerjisi ile son enerjinin farkına bağlıdır. Yarıiletke-

ne çeşitli katkı maddeleri karıştırılarak, enerji düzeyleri, dolayısıyla de ışığın rengi değiştirilebilir. Bu öğelere «*ışık yayıcı diyot*» adı verilir.

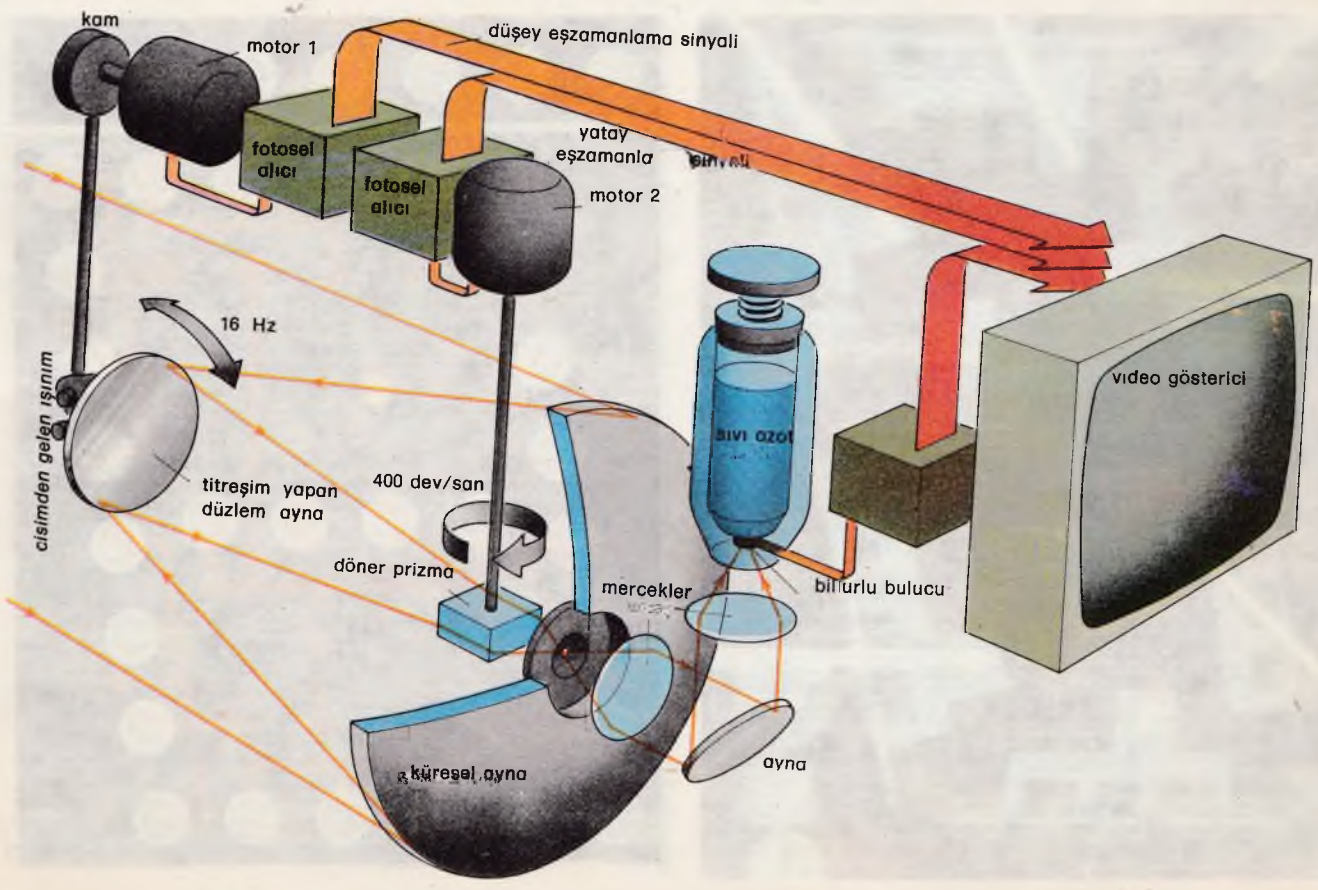
Görüntüleme: Cep tipi hesap makinalarında, sayısal değerleri görüntüleme amacıyla, ışık yayıcı diyotlar kullanılır. Her biri bir ışıklı diyot tarafından aydınlatılan yedi bölümden oluşan şekilde, uygun bölümlerdeki diyotların yok olmasıyla 0'dan 9'a kadar ütün sayılar yazılabilir. Daha çok sayıda diyot kulanılırsa, harfler ve daha karmaşık görüntüler de elde edilebilir. Cep hesap makinalarında yeralan kırmızı renkli diyotlar *galyum arsenür fosfür*den, yeşil ışık veren diyotlarsa, içinde istenilen enerji düzeyini sağlama amacıyla düşük oranda azot bulunan *galyum fosfür*den yapılır.

Görüntü, DEŞARJ TÜPÜ ve SIVI BİLLURLAR yardımıyla da sağlanabilir. Deşarj tüpü, içinde, biri artı, öbürü eksi iki elektrot ve neon gibi bir asal gaz bulunan, havası boşaltılmış bir cam balondur. Elektrotların arasına gerilim uygulanınca, gazda ışıklı bir deşarj ya da *plazma* oluşur. Çok sayıda deşarj ışığı kullanılarak, boyutları 20 cm'ye varan gazlı deşarj ekranları elde edilebilir. «Plazma panosu» adı verilen bu öğeler, grafikleri görüntülemede kullanılır. Sıvı billurlardaysa, sıvıya uygulanan elektrik alanının etkisiyle, bir çözeltinin ışık geçirgenliği değiştirilir. Sıvı billurlu görüntüleyiciler, elektronik saatlerde, sayıları göstermede kullanılır.

Resim oluşturma: Televizyon kameralarında ekrana düşen ışık, şiddetine göre, fotoiletken tabakanın iletkenliğini değiştirir. Fotoiletken tabakayı tarayan elektron demeti de iletkenlik değişikliğini elektrik sinyaline dönüştürür. Işık şiddetinin az olduğu yerlere, fotoiletken tabaka yerine, hem kızılaltı ışınlara, hem de görünür ışınlara duyarlı olan bir dizi silisyumlu fotodiyot yerleştirilir. Genellikle güvenlik sistemlerinde kullanılan bu tür kamera tüplerinden, Apollo projesinde, Ay yüzeyinin renkli resimlerinin gönderilmesinde yararlanılmıştır. Aynı sistem, TELEFON'larda da, konuşanların birbirini görmesi ve belgelerin görüntülenmesi amacıyla kullanılabilir. Bu sistemlere *videofon* adı verilmektedir.

Diyot dizisini, elektron demeti yerine elektronik bir devre yardımıyla taramak, önemli üstünlükler sağlar: Kamera daha küçük ve hafif yapılabilir; daha az güç tüketir; uzay uçuşları gibi güç koşullarda bile güvenle çalışabilir. Tarama görevini, elektronik dev-

Bu ısıl görüntüleme sistemi, bir cisimdeki sıcaklık değişmelerini gösterir. (altta) İncelenen cisimden gelen kızılaltı ışınım, küresel bir ayna yardımıyla, 16 Hz frekansla titreşimler yapan düzlem aynanın üstüne odaklanır. Çizgisel taramayı, dört köşeli bir döner prizma gerçekleştirir. Bir indiyum antimonür billuru, ışınımı elektriksel sinyale dönüştürür.



reler için geliştirilen bir *metal-oksitli yarıiletken* aygıt üstlenir. Bu aygıtlardan oluşan iki boyutlu geniş bir dizi, ışığı, metal iletkenlerin altında biriken elektrik yüküne dönüştürür. İletkenlere sırayla gerilim uygulanarak, yükler, çıkış devresine ulaşıncaya kadar, aygıttan aygıta iletilir. Çıkış devresinde yük, istenilen biçimdeki elektrik sinyaline çevrilir. Bu türden *yük bağlantılı aygıtlar*la çalışan televizyon kameraları yapılmıştır.

Görünür ve kızılaltına yakın dalgaboylarında çalışacak biçimde yapılan görüntü veren aygıtlar, yöneltildikleri sahneden yansıyan ışığı algıladıklarından, karanlıkta çalışmazlar. Oysa, oda sıcaklığında bulunan cisimler, dalgaboyu yaklaşık 10 000 nm olan kızılaltı ışınım yayarlar (Bk. ELEKTROMAGNETİK IŞINIM). Bu ışınım, algılanarak, *indiyum antimonür* ve *kurşun-kalay tellürür* gibi, sıvı hava sıcaklığına kadar soğutulmuş yarıiletken maddeler yardımıyla, görüntü oluşturmada kullanılır. Işınımın gösterdiği özellikler doğrudan doğruya sahnenin sıcaklığına bağlı olduğundan, yönteme, «*ısıl görüntüleme*» adı da verilir.

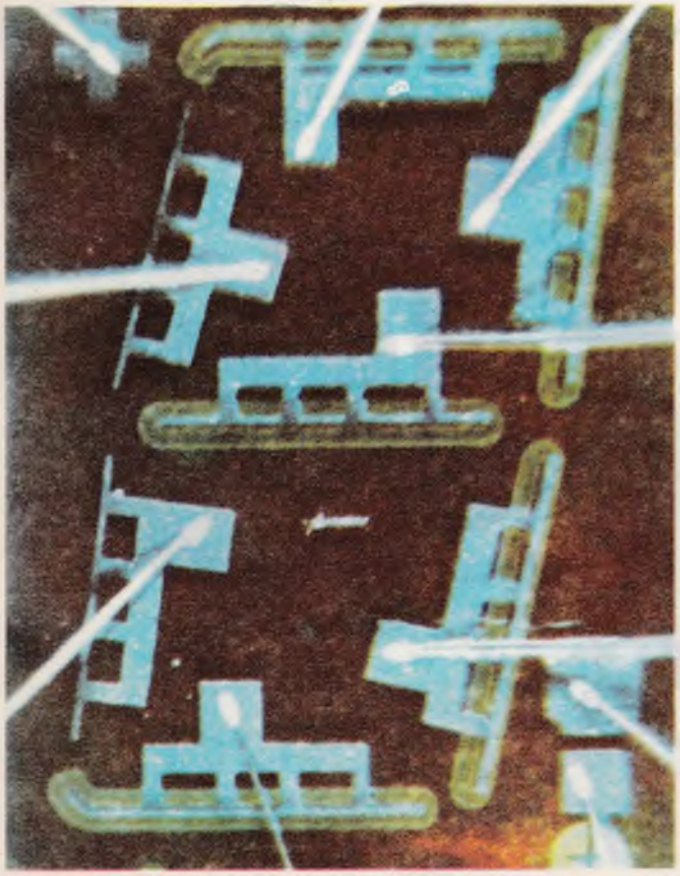
Isıl görüntüleme, endüstride, tıpta (Bk. ELEKTRONİK, TIP ALANINDA) ve havadan keşiflerde kullanılır. Tıpta ten sıcaklığının yerel olarak yükselmesine yolaçan rahatsızlıkların, sözgelimi kanser türlerinin ve dolaşım bozukluklarının yerinin belirlenmesinde; endüstrideyse çelik işleme ve cam fırınlarında, fırının çalışmasına ara vermeden sıcak noktalar halinde kendini belli eden çatlaklar aramada, bu yöntemden yararlanılır.

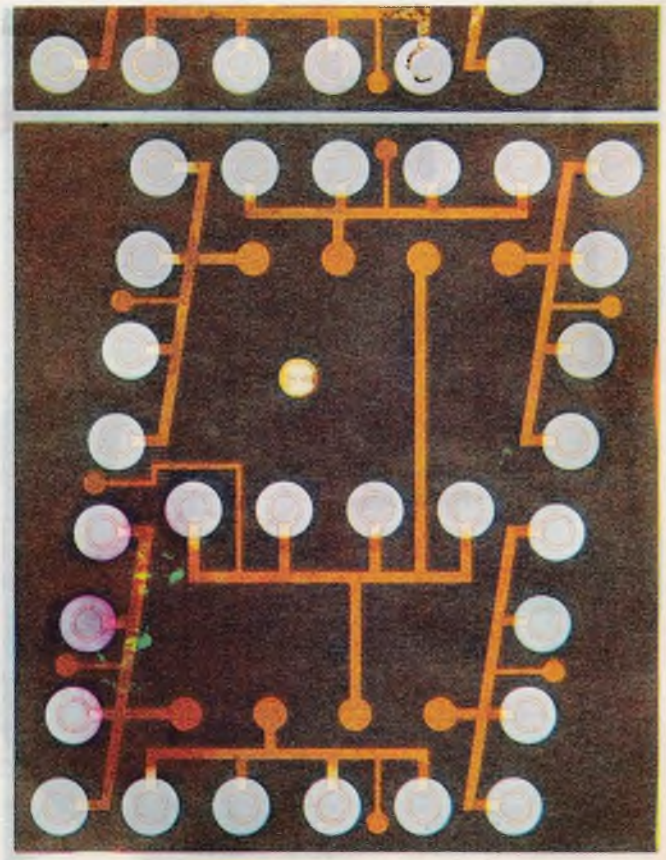
Isıl görüntüleme sistemleri, uçak ve uydular aracılığıyla, tarım, yerbilim ve meteoroloji incelemelerinde kullanılır. Sözgelimi, çeşitli hastalıklar ve nem, yaprakların sıcaklığını etkilediğinden, özel sulama gerektiren ekinler kolayca belirlenir. Yöntem, askeri yönden de önemli uygulamalar içerir; çünkü sıcaklık yayan yapıları ve taşıtları gizlemek çok güçtür. Yapay ışıklandırmaya gerek kalmaksızın geceleri keşif yapılabilir.

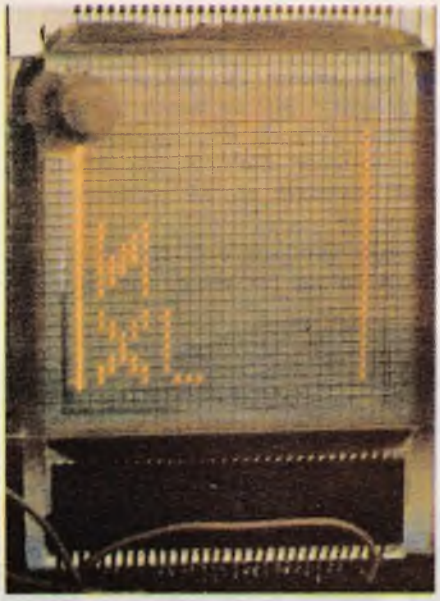
Ölçme: Harf ve sayıları okuyabilen, yarıiletken fotobulucu dizileri yapılmıştır. «*Optik karakter tanıma*» adı verilen bu yöntem, bilgisayarlara sayısal değerlerin verilmesinde kullanılır. A.B.D'ndeki bazı postanelerde de, elle ayırmadan daha çabuk ve doğru olduğundan, mektupların sınıflandırılmasında bu yöntemden yararlanılır. Son zamanlara kadar kulla-

Resimde (altta solda), yedi bölümden oluşan, yeşil ışıklı galyum fosfür sayısal görüntüleme öğesi görülmektedir. Her bölüm, ışık yayan bir diyottan oluşmaktadır. Bunlarla 0'dan 9'a kadar her sayı yazılabilir.

Tek parçadan oluşan sayısal görüntü öğesi. (altta sağda) Bu öğe galyum arsenür fosfor diyottan yapılmıştır.







Plazma noktalı görüntü tablosu. (üstte)
Bir masa lambasının renkli termogramı. (sağda) Her renk, belirli bir sıcaklığı simgeler. Beyaz en sıcak, mavi en soğuktur. Termogram, televizyon kamerasına benzeyen, kızılaltı ışınımı algılayan ve sekiz renkli filtre yardımıyla bu ışınımı siyah beyazdan renkli filme geçiren bir kamerayla alınmıştır.

nılan sistemler, şekilleri, ışıklı bir nokta yardımıyla tarayarak, yansıyan ışığın şiddetini fotoçoğaltıcıyla ölçerlerdi. Fotodiyotlar, iki boyutlu olacak biçimde yerleştirildiği zaman, şekiller, hattâ sayfalar kısa sürede taranır.

Endüstri alanında yararlanılan ışık ölçen aygıtlarda, fotoçoğaltıcılar yerine, daha güvenilir olan silisyumlu fotodiyotlar kullanılmaktadır. FOTOMETRİ'de özel olarak hazırlanmış filtreler, bulucuya insan gözününkine benzeyen özellikler kazandırır. Fotometreler, kalabalık yerlerde, fabrikalarda ve çalışma alanlarında, yeterli aydınlığın sağlanması amacıyla kullanılır. Renkli televizyonların çalışmasını standartlaştırmada ve bilimsel ölçmelerde de, fotometrelerden yararlanılır.

Yarıiletken diyotlar ile çoğaltıcılar, TAYFÖLÇÜMÜ'nde ve yıldızları izlemede de kullanılır. Yayınma tayfölçümünde, iki elektrot arasında oluşan elektriksel deşarj, çözümlemesi yapılacak olan örneği buharlaştırır. Deşarjdan çıkan ışığın dalgaboyu ve şiddeti, buharlaşan maddelerin türüne ve oranlarına bağlıdır. Silisyumlu diyotlar ya da fotoçoğaltıcılar yardımıyla bilinen yıldızları izleme yoluyla, roketlerin ve uyduların hareketi belirlenebilir.

Bu bulucular, ışık yayan diyotlar ve çok yoğun ama ince ışık demetleri oluşturan lazerlerle birlikte, menzil belirlemede de kullanılır. Menzil belirleme aygıtları, hem askeri amaçlarla, hem de (*«tellürometre»* adı altında) sivil amaçlar için geliştirilmiştir. Menzil belirlemenin bir yolu, gönderilen ışık ile hedeften yansıyarak dönen ışık arasındaki zaman farkını ölçmektir. Hedef, düşman tankı ya da yakındaki bir tepe olabilir. Tellürometreler, madencilikte, yapı endüstrisinde ve KADASTRO'culukta da kullanılır.

Haberleşme: Yarıiletken diyotlu lazerler, menzil belirleme dışında, lif optikli haberleşme sistemlerinde de kullanılır. Büyük miktarda bilgiyi bir anda iletebilen bu sistemler, elektrik ve yıldırımlardan etkilenmez. Bu yüzden, uçak ve gemilerde haberleşme amacıyla kullanılmaya çok elverişli oldukları gibi, uzak yerlere telefon ve televizyon sinyallerinin iletimi için de bu sistemlerden yararlanılabilir. Optik lifler uzak yerlerle haberleşmede kullanılacağı zaman, lifin içinde oluşacak yitimleri karşılamak için, yükseltme istasyonlarının yerleştirilmesi gerekir. Bu istasyonlarda, sinyali algılamak ve iletmek için, silisyumlu çığ fotodiyot ile yarıiletken lazer ya da ışık yayan diyot bulunacaktır. *«Optik bağlantı»* adı verilen söz konusu sistem, bilgisayarlarda şimdiden kullanılmaktadır. Optik bağlantı, bilgi edinme, işleme ve aktarmada optik aygıtlarla bağlantılı elektronik öğelerin, şimdiye kadar kullanılan bütünüyle elektronik sistemlerin yerini alacağını göstermektedir.

ORAK MAKİNASI Bk. BİÇERDÖVER

ORG

Müzik aletlerinin en büyüğü olan org, yüksek ses gücü ve çıkardığı seslerin çeşitliliği nedeniyle, çok yönlü bir çalgıdır. Duyulması çok güç olan hafif seslerden, kulağı rahatsız edecek derecede yüksek seslere kadar değişen tonlar verebilir.

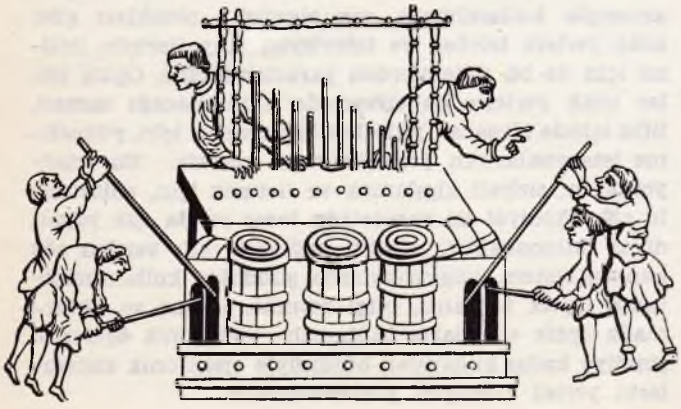
Eski orglar: Eski orglar kiliselerde, korolara eşlik etmede kullanılıyordu. Bunlar, «*dizi*» denilen yalnızca bir sıra borudan oluşmakta ve insan sesiyle aynı tonları taşımaktaydı. Tonlar, modern PİYANO'lardakinden daha sınırlıydı (orgun klavyesi, günümüzde de piyanonunkinden daha küçüktür: Piyanodaki 88 notaya karşılık 61 nota).

Eski orglarda, değişik tonlar elde edilemiyordu. Tuşa hafif ya da kuvvetli biçimde dokunulması, çıkan sesi etkilemiyor, notalar hep aynı düzeyde tınlıyordu. Ek boru sıraları yerleştirildiğinde, belirli bir tuşa basılması, belirli boruların tümünün aynı anda ses vermesine yolaçıyordu. Bu yüzden hafif bölümler için, daha küçük olan ve ayrı klavyeyle çalınan ikinci bir org eklendi. Zamanla bu iki çalgı birleştirilerek, klavyeler alt alta yerleştirildi.

Aynı yıllarda, hem gerekli hava miktarını azaltmak, hem de denetimi artırmak için, bazı boru sıralarını kesip ötekileri serbest bırakmaya yarayan bir aygıt geliştirildi.

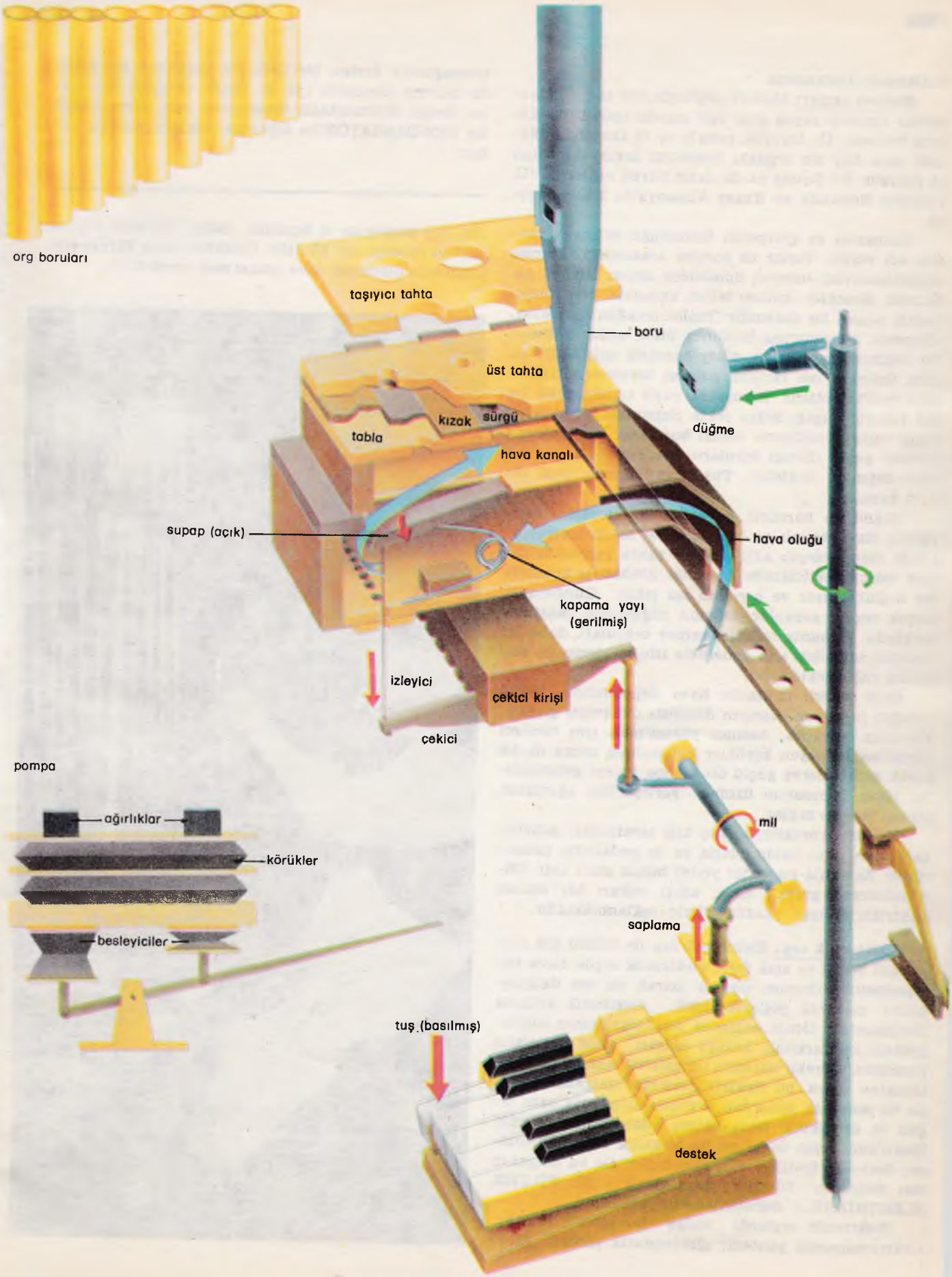
XIV. yüzyıldan sonra orga, uzun boruları denetim altına alma amacıyla, çalgıcının ayağıyla hareketе geçirdiği bir pedal yerleştirildi. XVIII. yüzyıldaysa, ses gücünü ayarlamada yardımcı olmak için geliştirilen ve boruların bağlı oldukları bir ya da daha çok klavyeyi kapsayan aygıtları harekete geçiren, bir başka pedal eklendi. Bağlayıcı bir mekanizma, kumanda düğmelerini birleştirmede ya da klavyeleri pedallara

XII. yüzyıldan kalma el yazması bir kitaptan alınan ve kaldıraçlarla çalışan körükleri olan bir org resmi. (altta)



İzleyici donanımı. (sağda) Boru sıraları klavyeden daha geniştir. Bu nedenle, mekanik hareketin yanlara doğru iletilmesi gerekir. Tuşlardan birine basılması, yatay mili çalıştırır. Mil de hareketi, bir kaldıraç ve yay sistemiyle ileterek, havanın borulara geçmesini sağlayan supabı açar. Elektrikli sistemlerin geliştirilmesine karşılık, mekanik olarak çalışanlar yeğlenmektedir.

Jan van Eyck tarafından yapılmış eski tip bir orgu gösteren, XV. yüzyıldan kalma bir tablo. (altta)


org boruları
taşıyıcı tahta
boru
üst tahta
kızak
sürgü
tabla
düğme
hava kanalı
supap (açık)
hava oluğu
kapama yayı
(gerilmiş)
izleyici
çekici kirişi
çekici
pompa
ağırlıklar
körükler
besleyiciler
mil
saplama
tuş (basılmış)
destek

bağlamada kullanılırdı.

Modern orglar: Modern orglarda, her sırada, klavyedeki tuşların sayısı gibi eşit sayıda (genellikle 61) boru bulunur. Üç klavyeli, pedallı ve 30 kumanda düğmeli orta boy bir orgdaki boruların sayısı, 1 656'dan az değildir. Bu ölçüde ya da daha büyük orglar, XVII. yüzyılda Hollanda ve Kuzey Almanya'da kullanılmıştır.

Kumanda ve klavyenin bulunduğu bölüme «konsol» adı verilir. Tuşlar ile borular arasındaki aktarma organlarınaysa, «izleyici donanımı» denir. İzleyici donanımı, dirsekler, kollar, teller, kapaklar ve silindirlerden oluşan bir sistemdir. Tuşlar ortadan desteklendiğinden, bir uçlarına basılınca öteki uçları yükselir. Bir bağlantı parçası, bu dikey hareketi mile bağlı bir kola iletir ve ses vermesi istenen borunun altındaki kolu hareket ettirir. İkinci kol, yaylı supabı açan bir teli (izleyici) aşağı doğru çeker. Supaptan geçen hava, basılı tuşla denetlenen bütün boruların bağlı olduğu bölüme geçer (hangi boruların ses vereceği, çekilmiş olan düğmeye bağlıdır). Tuş bırakıldığında, yay, supabı kapatır.

Düğmenin hareketi, gene kol ve dirsekler aracılığıyla, hava kanalı ve boru gövdesi arasına yerleştirilmiş olan, «*sürgü*» adlı ince bir tahta parçasına iletilir. Sürgü çekildiğinde, borunun gövdesiyle arasında bir boşluk oluşur ve borudan ses çıkar. Günümüzde birçok orgda, supaplar, solenoit düğmelerle çalıştırılmaktadır. Bununla birlikte, konser orgçuları, daha iyi denetim sağladığı için genellikle izleyici donanım sistemini yeğlemektedirler.

Orga yeterli miktarda hava depolanması (hafif basınçlı hava) ve basıncın düzensiz olmaması gerekir. Yüzyıllar boyunca, basıncı yükseltmek için demirci körüğüne benzeyen körükler kullanılmış, sonra da bu körük geliştirilerek güçlü bir pompa haline getirilmiştir. Hava deposunun üstüne yerleştirilen ağırlıklar, gerekli basıncı sağlar.

Eskiden körükler, birkaç kişi tarafından indirilip kaldırılan uzun kaldıraçlarla ya da pedallarla çalıştırılırdı. Zamanla bu türün yerini buhar gücü aldı. Günümüzdeyse, gerekli hava, aşağı yukarı her zaman elektrikle çalışan vantilatörlerle sağlanmaktadır.

Elektronik org: Elektronik org ile borulu org arasındaki temel ve açık fark, elektronik orgda hava titreşimlerinin (bunun sonucu olarak da ses dalgalarının) mekanik yollarla değil, elektronik yollarla üretilmesidir. Genel anlamda ses dalgalarının kaynağındaki bu farklılık, kulağa ulaşan seste değişiklik yaratmaz. Gerekli titreşim, bir elektrik sinyalinde üretildikten sonra, bu elektrik akımının dalgaları, doğal ya da mekanik yollardan üretilen dalgalarla aynı biçim ve özellikteki hava-basınç dalgalarına çevrilir. Elektronik sesin doğal ya da mekanik tonlara benzeme derecesi, üretilen dalganın biçimi ile bu dalganın ton oluşturan filtreler tarafından (Bk. FİLTRE, ELEKTRİKSEL) değiştirilmesine bağlıdır.

Elektronik orglarda dalga iki yoldan üretilir: *elektromagnetik* yöntem; *elektrostatik* yöntem. Elektromagnetik üreteç, bir iletkenin magnetik bir alanda hareket etmesiyle (ya da bunun tersiyle) salınımlar üretir. Elektrostatik üreteçlerse, valf devresindeki bir KONDANSATÖR'ün sığasının değiştirilmesiyle çalışır.

Bir org yapımcısı iş başında. (altta) Nitelikli org yapımı oldukça zor bir iştir. Özellikle, hava kutusunun sızdırmaz olmasına özen göstermek gerekir.